COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AVRIL 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la densité des gaz; par* M. V. REGNAULT.

« La méthode que l'on emploie ordinairement pour déterminer la densité des gaz consiste à peser un ballon en verre d'une grande capacité :

» 1°. Quand ce ballon renferme de l'air parfaitement sec, à une température connue t et sous la pression H de l'atmosphère;

» 2°. Après y avoir fait le vide avec la machine pneumatique et avoir amené l'air intérieur à n'exercer qu'une pression très-faible h, à une température t que je supposerai, pour plus de simplicité, égale à celle qui avait lieu lors de la première détermination;

» 3°. Après avoir rempli le ballon du gaz parfaitement pur sous la pression H′ de l'atmosphère et à la température t';

» 4°. Enfin, après avoir fait de nouveau le vide dans le ballon, le gaz n'exerçant plus qu'une pression très-faible h', à la température t'.

» Soient P, p, P′, p' les poids obtenus dans ces quatre pesées.

» Le poids de l'air qui remplit le ballon à la température t et sous la pression $H - h$ est $P - p$.

» Par suite, le poids de l'air qui remplirait le ballon à 0 degré et sous la

pression de 760 millimètres serait

$$(P - p)\frac{760}{H - h}\cdot\frac{1 + \alpha t}{1 + kt},$$

α étant le coefficient de dilatation de l'air et k celui du verre. Le poids du gaz est $P' - p'$, sous la pression $H' - h'$ et à la température t'. Le poids du même gaz qui remplit le ballon à 0 degré, et sous la pression de 760 millimètres, sera

$$(P' - p')\frac{760}{H' - h'}\cdot\frac{1 + \alpha t'}{1 + kt'},$$

en admettant que le coefficient de dilatation du gaz est le même que celui de l'air.

» La densité du gaz est représentée par le rapport de ces deux poids

$$\frac{P' - p'}{P - p}\cdot\frac{H - h}{H' - h'}\cdot\frac{1 + kt}{1 + kt'}\cdot\frac{1 + \alpha t'}{1 + \alpha t}.$$

» Cette méthode exige la connaissance exacte de plusieurs éléments dont la détermination présente, en général, de grandes incertitudes.

» On a besoin de connaître très-exactement les températures t et t' que présentent l'air et le gaz au moment où l'on ferme le ballon. On se contente ordinairement d'observer un thermomètre placé dans le voisinage du ballon; ce moyen est très-défectueux : le thermomètre est influencé par des circonstances étrangères, et la température qu'il indique peut être notablement différente de celle des couches d'air dans lesquelles il se trouve plongé, et, à plus forte raison, de celle du gaz qui remplit le ballon.

» MM. Dumas et Boussingault, qui se sont occupés dans ces derniers temps (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome III, page 270), avec beaucoup de succès, de la détermination de la densité de quelques gaz, placent le thermomètre destiné à indiquer la température du gaz au centre même du ballon, et, pour plus de sûreté, ils rendent cette température très-peu variable en plaçant le ballon dans une enceinte ou cave artificielle formée par un grand vase cylindrique en zinc à double paroi. L'espace annulaire, que laissent entre elles les deux parois, est rempli d'eau à une température peu différente de celle de l'air ambiant. Avec cette disposition on peut admettre que la température du gaz est connue avec une exactitude suffisante.

» Mais les plus grandes incertitudes consistent dans les pesées du ballon;

car il faut peser ce ballon dans l'air, et, pour avoir son véritable poids, il faut ajouter à son poids apparent le poids de l'air qui se trouve déplacé par son enveloppe extérieure. Or, ce dernier poids est, dans certains cas, plus considérable que celui du gaz qui remplit le ballon, de sorte qu'il a besoin d'être connu au moins avec une précision égale. Nous sommes maîtres jusqu'à un certain point du gaz que nous faisons entrer dans le ballon, nous pouvons le préparer de manière à être sûrs de sa pureté; mais il n'en est pas de même de l'air atmosphérique extérieur, nous sommes obligés de le prendre tel qu'il est. Dans une chambre fermée, l'air peut changer de composition d'une manière très-sensible, sa température et la quantité d'humidité qu'il renferme varient incessamment. MM. Dumas et Boussingault ont pensé éviter complétement les erreurs qui proviennent de cette circonstance, en plaçant au-dessous de leur balance une large armoire doublée en plomb, dans laquelle flotte le ballon suspendu au crochet d'un des plateaux de la balance. Un thermomètre très-sensible est disposé dans cette armoire et donne la température de l'air. Cette disposition est certainement bien préférable à celle que l'on emploie ordinairement et qui consiste à laisser le ballon flotter librement dans l'air de la chambre : le ballon suspendu dans l'armoire est préservé des courants d'air qui rendent les pesées très-incertaines, et la température de l'air dans lequel il se trouve baigné ne change que très-lentement; mais elle ne fait pas disparaître les causes d'erreur qui tiennent aux variations de composition de l'air, et celles-ci ne sont nullement négligeables, surtout quand on opère sur des gaz très-légers, par exemple sur l'hydrogène.

» A la même époque à laquelle MM. Dumas et Boussingault faisaient leurs pesées de gaz, je m'occupais, de mon côté, de la détermination des densités de la vapeur d'eau sous les différentes pressions, et notamment sous des pressions très-faibles. Ces expériences font partie d'un travail sur l'hygrométrie que je poursuis depuis plusieurs années, et dont j'aurai l'honneur prochainement de communiquer les principaux résultats à l'Académie. Je fus frappé des incertitudes que présentent les méthodes ordinaires de peser les gaz, principalement par rapport à la variation de la composition de l'air, qui me semblait avoir trop peu préoccupé les physiciens, et je fus conduit à une méthode qui présente un degré de certitude et de précision que n'offrent pas celles qui ont été employées jusqu'ici.

» J'évite complétement, et par un artifice très-simple, les incertitudes qui proviennent des changements dans l'air au milieu duquel on pèse le ballon. Au lieu d'équilibrer le ballon accroché sous l'un des plateaux, au moyen de

poids placés sur le second plateau, je l'équilibre au moyen d'un second ballon hermétiquement fermé et qui présente le même volume extérieur que le premier ballon. On accroche ce second ballon sous le second plateau de la balance, de façon à ce qu'il flotte dans la même couche d'air que le premier. Les deux ballons déplacent exactement le même volume d'air; toutes les variations qui surviennent dans l'air affectent exactement de la même manière les deux ballons, qu'elles proviennent de changements de température, ou de pressions barométriques, ou des variations dans la composition de l'air. On n'a plus à se préoccuper, au moment des pesées, des observations du thermomètre, du baromètre, de l'hygromètre; il suffit d'attendre que les deux ballons se soient mis en équilibre de température, et une fois que l'équilibre est établi, il persiste indéfiniment. On a, par conséquent, un caractère bien certain pour reconnaître le moment où l'on doit inscrire la pesée.

» Cette méthode présente encore un autre avantage : le verre est une substance très-hygrométrique, la quantité d'eau qu'il condense à sa surface varie avec l'état d'humidité de l'air; cette quantité doit, par conséquent, varier dans les différentes pesées et apporter une nouvelle cause d'erreur. Cette cause d'erreur est complétement évitée dans ma manière d'opérer : les deux ballons étant formés par le même verre, on peut admettre qu'ils condensent sensiblement des quantités égales d'humidité, quand ils sont plongés dans le même air; il suffira donc d'essuyer les ballons au même moment et de les abandonner pendant un temps suffisamment long suspendus aux crochets de la balance, pour qu'ils se mettent exactement en équilibre de température et d'humidité. On reconnaît, d'ailleurs, que ce moment est arrivé par la constance des indications de la balance.

» Les ballons ont une capacité de 10 litres environ. Le ballon qui doit renfermer le gaz porte une monture à robinet; cette monture est adaptée sur le col du ballon d'une manière particulière, qui permet de maintenir sans inconvénient le ballon et même le robinet dans la vapeur de l'eau bouillante. Cette monture se compose de deux pièces que l'on serre l'une contre l'autre au moyen de vis et qui comprennent entre elles une gorge. On enveloppe le col du ballon avec un bourrelet de chanvre fortement imprégné d'un mastic gras formé de parties égales de minium et de céruse, que l'on a broyés avec de l'huile de lin, de manière à en former une pâte dure. En serrant les deux parties de la monture au moyen des vis, on comprime le bourrelet dans la gorge, et l'excès de mastic sort entre les deux surfaces rapprochées. Pour que le mastic ne puisse pas pénétrer dans l'intérieur du bal-

lon, on a rodé exactement le plan supérieur de l'ouverture du col sur la surface intérieure du robinet.

» Ce mastic durcit très-promptement, surtout si l'on chauffe le ballon à plusieurs reprises dans la vapeur de l'eau bouillante; une partie de l'huile de lin est exprimée, le mastic devient dur comme la pierre, et ferme indéfiniment d'une manière parfaitement hermétique, non-seulement à froid, mais encore à des températures élevées, sans que des variations brusques de température occasionnent des fissures.

» Lorsque le ballon est monté, je détermine exactement le volume de l'air déplacé par sa surface extérieure. A cet effet, je le remplis complétement d'eau, et je le pèse plongé dans de l'eau ayant exactement la même température que celle qui remplit le ballon. Le poids apparent du ballon dans l'eau est assez peu considérable pour qu'il puisse être déterminé en attachant le ballon sous le plateau d'une balance de Fortin. Je retire le ballon de l'eau dans laquelle il se trouvait plongé, je l'essuie extérieurement, et je le pèse rempli d'eau sur une autre balance qui permet de déterminer son poids à un décigramme près. La différence entre ces deux pesées donne le poids de l'eau déplacée par la surface extérieure du ballon.

» Je choisis maintenant un second ballon fabriqué avec le même verre et ayant à très-peu près la même capacité; je détermine de la même manière le poids de l'eau que déplace son volume extérieur, en ayant soin de le peser dans de l'eau ayant exactement la même température que celle dans laquelle on a pesé le premier ballon. Je supposerai que le volume extérieur de ce second ballon soit un peu plus faible que celui du premier garni de sa monture; j'adapte sur le col de ce second ballon, avec du mastic ordinaire à la résine, une monture métallique composée d'un manchon en laiton, terminé par un crochet qui sert à attacher le ballon sous le plateau de la balance. Le poids de l'eau déplacée par cette monture, ajouté au poids que nous avons trouvé précédemment pour l'eau déplacée par le volume extérieur du ballon, sera, je suppose, encore plus faible de n grammes que le poids de l'eau déplacée par le premier ballon; il suffit alors d'accrocher au second ballon un petit tube de verre fermé par les deux bouts, et qui déplace précisément n centimètres cubes d'eau.

» Avant de fermer hermétiquement le second ballon avec sa monture, j'y introduis une certaine quantité de mercure qui est telle que, lorsque les deux ballons pleins d'air se trouvent accrochés sous la balance, il faut ajouter environ 10 grammes du côté du ballon à robinet pour faire l'équilibre.

» Les deux ballons que j'ai ainsi disposés ont été soumis à plusieurs

épreuves pour s'assurer qu'ils satisfaisaient aux conditions requises; ils sont restés suspendus pendant quinze jours sous les plateaux de la balance, et l'équilibre a rigoureusement persisté pendant tout ce temps, bien que la température de l'air ait changé dans cet intervalle de 0 degré à 17 degrés, et la pression barométrique de 741 millimètres à 771 millimètres.

» Voici maintenant la manière générale d'opérer. Le vide étant fait dans le ballon aussi complétement que possible, on le met en communication avec l'appareil qui produit le gaz dont on cherche à déterminer la densité, et l'on ouvre le robinet de telle façon que le gaz conserve dans l'appareil un léger excès de pression. Lorsque le ballon est rempli de gaz, on le met de nouveau en communication avec la machine pneumatique, on fait un vide très-parfait, puis on le remplit de nouveau de gaz. Afin d'éviter toute correction sur la température, correction qui exigerait la connaissance du coefficient de dilatation du gaz, on dispose le ballon dans un vase en zinc, dans lequel on l'enveloppe complétement de glace fondante. Avant de fermer le ballon, on le met en communication immédiate avec l'atmosphère, afin que le gaz se mette en équilibre avec la pression atmosphérique.

» Le ballon sorti de la glace est lavé avec de l'eau, puis essuyé; on le suspend au crochet de la balance. Il faut un temps assez long, souvent plus de deux heures, pour que le ballon prenne exactement la température de l'air ambiant, et pour que sa surface se couvre de la quantité normale d'humidité.

» Les pesées ont été faites avec une excellente balance construite par M. Deleuil, et appartenant à M. Paul Thenard; elle permet d'apprécier avec certitude un demi-milligramme lorsque la balance est chargée de 1 kilogramme sur chaque plateau. Cette balance est disposée sur une grande armoire construite sur le modèle de celle de MM. Dumas et Boussingault. Dans ma manière d'opérer, une balance ordinaire de Fortin servirait également bien, pourvu que l'on préservât les ballons des courants d'air au moyen de quelques feuilles de carton. A la fin de la pesée, l'observateur n'approche plus de la balance; il observe les oscillations du fléau de loin avec une lunette.

» MM. Dumas et Boussingault ont signalé, dans leur Mémoire, page 274, une circonstance qui peut souvent faire commettre des erreurs dans les pesées. En essuyant le ballon avec un linge sec, on l'électrise d'une manière très-marquée. J'ai été frappé du temps extrêmement long que l'électricité emploie pour se dissiper; ainsi le ballon, frotté avec un linge sec, pesait, dans les premiers moments, $\frac{3}{4}$ de gramme de plus que son poids véritable;

au bout d'une heure il présentait encore une surcharge de $0^{gr},15$; après cinq heures il était encore trop lourd de plus d'un centigramme. L'influence de cette électricité est surtout considérable lorsque les parois de l'armoire sont recouvertes de plomb et que le ballon est peu éloigné du plancher.

» L'électricité disparaît entièrement en frottant le ballon avec un linge mouillé. Dans toutes mes expériences j'avais soin d'essuyer les ballons avec une serviette légèrement mouillée avec de l'eau distillée, et, avant de les accrocher à la balance, je m'assurais, sur un électroscope à feuille d'or, qu'ils ne présentaient pas trace d'électricité.

» On laissait souvent les ballons accrochés à la balance jusqu'au lendemain matin, pour s'assurer que le poids restait rigoureusement constant.

» La pression barométrique, ainsi que la force élastique du gaz qui reste dans le ballon après qu'on y a fait le vide, étaient mesurées au moyen d'un appareil particulier que, pour simplifier la description, j'appellerai *manomètre barométrique*. Cet appareil peut être construit facilement, et à peu de frais, par chaque physicien, et il présente une exactitude bien plus grande que celle que l'on obtient avec les baromètres des plus grandes dimensions. Il consiste en deux tubes A et B attachés sur une planche, qui est fixée elle-même d'une manière invariable contre un mur vertical.

» Le tube A est un baromètre de 20 millimètres de diamètre intérieur. On a fait bouillir le mercure avec le plus grand soin dans le tube, puis on a retourné le tube dans une cuvette remplie de mercure sec. La cuvette est une caisse rectangulaire en fonte à deux compartiments; le plus petit de ces compartiments sert de cuvette au baromètre. Dans le second compartiment plonge le tube B qui a le même diamètre que le tube A, et qui peut, au moyen d'un tube en plomb, être mis en communication avec les appareils dans lesquels on doit mesurer des forces élastiques plus faibles que celles de l'atmosphère. Un robinet, placé sur ce compartiment, permet de faire baisser à volonté le niveau du mercure.

» Lorsque l'on veut déterminer la pression de l'atmosphère au moyen de cet appareil, on verse du mercure dans la cuvette, de manière à faire passer le niveau au-dessus de la cloison, puis on descend une vis à deux pointes noircies, jusqu'à ce que la pointe inférieure affleure exactement à la surface du mercure. On mesure, avec le cathétomètre, la différence de hauteur entre le niveau du mercure dans le baromètre et la pointe supérieure de la vis, et l'on ajoute à cette mesure la hauteur de la vis entre ses deux pointes.

» Après la pesée du ballon plein de gaz, on y fait le vide. Pour cela, on

enveloppe de nouveau le ballon de glace, et on le met en communication au moyen d'un tube à trois branches, d'un côté avec la machine pneumatique, et de l'autre avec le tube du manomètre barométrique. On fait le vide, puis on sépare la machine pneumatique. Au bout de quelque temps on mesure, avec le cathétomètre, la différence de niveau des deux colonnes de mercure dans les tubes A et B. La force élastique du gaz est mesurée par cette différence de hauteur.

» La cloison qui divise la cuvette en deux compartiments est nécessaire à la conservation du baromètre; j'ai reconnu, en effet, que lorsque l'on fait osciller fréquemment, et dans de grandes amplitudes, la colonne barométrique, il ne tarde pas à s'introduire de très-petites quantités d'air dans le vide supérieur, et l'instrument se trouve vicié d'une manière sensible au bout de quelque temps. La présence de la cloison permet de séparer les deux compartiments au moment où l'on fait le vide, et au moment où on laisse rentrer l'air.

» Le ballon vide est pesé avec les précautions que j'ai indiquées. La différence $P-p$ entre les poids obtenus dans les deux pesées représente le poids du gaz qui remplit à 0 degré le ballon, sous une pression égale à la pression barométrique H observée au moment où l'on a fermé le robinet, diminuée de la force élastique h du gaz qui est resté dans le ballon après qu'on y a fait le vide. Le poids du gaz à 0 degré, et sous la pression normale de 760 millimètres, est donc

$$(P-p)\,\frac{760}{H-h}.$$

» Pour obtenir une nouvelle pesée du même gaz, on met le ballon vide et enveloppé de glace fondante en communication avec l'appareil qui produit le gaz, et l'on recommence la série d'opérations qui a été indiquée. Le gaz devient ainsi plus pur à chaque opération. J'ai reconnu que ce n'est qu'à partir du quatrième remplissage que le gaz présente rigoureusement le même poids. On commençait ordinairement les pesées après le troisième remplissage.

» Il est convenable de s'assurer si le gaz sur lequel on opère suit la loi de Mariotte dans les pressions plus faibles que celles de l'atmosphère : cette vérification est tout à fait nécessaire si l'on veut faire servir la densité du gaz à la détermination des poids atomiques. Car la loi des volumes des gaz et les rapports simples qui existent entre leurs densités et les poids atomiques n'existent en toute rigueur qu'*à la limite*, c'est-à-dire pour l'état d'extrême dilatation; il faut, par conséquent, s'assurer si l'anomalie dans ces lois ne commence pas déjà à se faire sentir vers la pression de l'atmosphère.

» On obtient cette vérification de la manière suivante : après la pesée du ballon rempli de gaz à 0 degré et sous la pression de l'atmosphère, on place le ballon dans la glace, et on le met en communication avec la machine pneumatique et avec le tube B du manomètre barométrique ; on fait un vide partiel, puis on sépare la machine. Au bout d'une heure on mesure la différence de niveau des deux colonnes qui donne la force élastique du gaz resté dans l'appareil. On ferme le robinet et on pèse le ballon.

» On détermine ainsi successivement, et avec une très-grande exactitude, le poids du gaz qui remplit le ballon sous des pressions de plus en plus faibles, et à la même température de 0 degré ; on peut, par conséquent, s'assurer si les nombres obtenus dans ces pesées satisfont à la loi de Mariotte. Ce procédé est beaucoup plus exact que celui qui est fondé sur la mesure des volumes ; il permet d'opérer sur le gaz maintenu rigoureusement à la même température.

» On trouvera plus loin des exemples de cette vérification sur l'air et sur le gaz acide carbonique.

» Enfin, au moyen du ballon disposé comme je l'ai indiqué plus haut, on peut déterminer le poids du gaz qui remplit le ballon à la température de 100 degrés sous la pression de l'atmosphère, et par suite déterminer la densité d'un gaz par rapport à l'air pour la température de 100 degrés. Il faudra que cette nouvelle densité soit exactement la même que celle qui a été déduite de la pesée des gaz à 0 degré pour que la densité du gaz puisse servir dans le calcul des poids atomiques ; car il est nécessaire pour cela que le gaz présente la même dilatation que l'air. Dans tous les cas, le poids du gaz qui remplit le ballon à 100 degrés, rapproché de celui qui le remplit à 0 degré, permet de calculer le coefficient de dilatation du gaz.

» Soient P le poids du gaz qui remplit le ballon à 0 degré et sous la pression de 760 millimètres ;

» p la perte de poids qu'a subie ce ballon par l'exposition à la température T, sous la pression H'_0. Le poids du gaz qui remplirait le ballon à 0 degré, et sous la pression H'_0, serait

$$P \frac{H'_0}{760};$$

par suite, le poids du gaz qui remplit le ballon à T degrés, et sous la pression H'_0, est

$$\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right).$$

Le poids du gaz qui remplirait, dans les mêmes circonstances de température et de pression, le ballon ayant la même capacité que celle qu'il présente à o degré, sera

$$\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right) \left(\frac{1}{1 + kT}\right),$$

et sous la pression de 760 millimètres

$$\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right) \left(\frac{1}{1 + kT}\right) \frac{760}{H'_0}.$$

Le rapport des densités du même gaz à o et à T degrés est

$$\frac{\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right)}{P_0} \frac{1}{1 + kT} \frac{760}{H'_0};$$

mais ce rapport est aussi égal à

$$\frac{1}{1 + \alpha' T},$$

α' étant le coefficient de dilatation du gaz ; on a donc

$$\frac{1}{1 + \alpha' T} = \frac{\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right)}{P_0} \frac{1}{1 + kT} \frac{760}{H'_0};$$

d'où l'on déduira α'.

» Pour exposer le ballon à la température de l'eau bouillante, je le suspends au milieu d'un grand vase en tôle galvanisée, de $0^m,80$ de haut et de $0^m,45$ de diamètre; le robinet se trouve immédiatement au-dessus du couvercle. Dans d'autres expériences, le robinet lui-même se trouvait plongé dans la vapeur, et on le manœuvrait au moyen d'une clef qui traversait une tubulure adaptée sur la paroi du vase. La chaudière renferme une couche d'eau de 2 décimètres d'épaisseur.

» Enfin, on peut s'assurer si le gaz suit la loi de Mariotte lorsqu'il est chauffé à la température de 100 degrés : il suffit pour cela de répéter, le ballon étant plongé dans la vapeur de l'eau bouillante, les expériences qui ont été faites plus haut sur le ballon enveloppé de glace fondante.

» En résumé, le procédé que je viens de décrire permet d'obtenir les densités des gaz avec plus de précision et avec beaucoup moins de peine que ceux qui ont été employés jusqu'ici. Il donne ces densités à des températures

identiques à 0 degré et à 100 degrés, c'est-à-dire aux deux points fixes du thermomètre; par suite, il donne immédiatement le coefficient de dilatation du gaz. Enfin, il permet de reconnaître avec une grande exactitude si le gaz suit la loi de Mariotte à la température de la glace fondante ou à celle de l'ébullition de l'eau.

» Je vais donner maintenant les résultats des expériences que j'ai faites par cette méthode, et j'aurai soin d'inscrire toutes les déterminations qui ont été faites, *sans en excepter une seule*, afin qu'on puisse juger du degré de précision que l'on peut obtenir dans cette manière d'opérer.

EXPÉRIENCES SUR L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

Détermination du poids de l'air sec qui remplit le ballon à 0 degré, et sous la pression de 760 millimètres.

» L'air était puisé au dehors dans une grande cour; il traversait un premier tube en U, rempli de fragments de verre mouillés avec une dissolution de potasse caustique, puis un second tube rempli de potasse caustique en morceaux; enfin un troisième tube rempli de ponce imbibée d'acide sulfurique concentré. Lorsque le ballon s'était rempli d'air par aspiration, on établissait un excès de pression en faisant entrer de l'air au moyen d'un soufflet dont on attachait la buse au tube qui puisait l'air au dehors, et, pour établir ensuite l'équilibre de pression avec l'atmosphère, on enlevait une éprouvette pleine de mercure dans laquelle plongeait un long tube communiquant immédiatement avec le ballon. Cette dernière précaution est indispensable, car l'air renfermé dans le ballon se trouve souvent sous une pression plus faible que celle de l'atmosphère, à cause de la résistance qu'éprouve le gaz à traverser les petits vides des tubes en U.

I. Ballon plein d'air dans la glace. Hauteur du baromètre réduite à 0 degré, au moment de la fermeture du robinet... $H_0 = 761^{mm},19$
Poids ajouté au ballon..... $p = 1^{gr},487$
Ballon vide dans la glace. Force élastique de l'air resté dans le ballon au moment de la fermeture du robinet..... $h_0 = 8^{mm},43$
Poids ajouté au ballon..... $P = 14^{gr},141$
Poids de l'air enlevé par la machine... $12^{gr},654$ exerçant une pression de $752^{mm},76$.
On déduit de là pour le poids de l'air qui remplit le ballon à 0 degré et sous la pression de $0^{m},760 = 12^{gr},7744$.

II. Ballon plein... $H_0 = 754^{mm},66$
$p = 1^{gr},583$
Ballon vide.... $h_0 = 7^{mm},00$
$P = 14^{gr},1555$

$P - p = 12^{gr},5727$ sous la pression $H_0 - h_0 = 747^{mm},66$, d'où le poids de l'air à o degré sous $0^m,760 = 12^{gr},7800$.

III. Ballon plein... $H_0 = 758^{mm},61$
$p = 1^{gr},516$
Ballon vide.... $h_0 = 4^{mm},62$
$P = 14^{gr},196$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7809$.

IV. Ballon plein... $H_0 = 746^{mm},10$
$p = 1^{gr},718$
Ballon vide.... $h_0 = 2^{mm},93$
$P = 14^{gr},2115$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7764$.

V. Ballon plein... $H_0 = 747^{mm},23$
$p = 1^{gr},7005$
Ballon vide.... $h_0 = 1^{mm},97$
$P = 14^{gr},232$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7795$.

VI. Ballon plein... $H_0 = 747^{mm},21$
$p = 1^{gr},699$
Ballon vide.... $h_0 = 7^{mm},56$
$P = 14^{gr},1345$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7775$.

VII. Ballon plein... $H_0 = 753^{mm},76$
$p = 1^{gr},4375$
Ballon vide.... $h_0 = 5^{mm},97$
$P = 14^{gr},013$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7808$.

VIII. Ballon plein... $H_0 = 774^{mm},46$
$p = 1^{gr},0663$
Ballon vide.... $h_0 = 5^{mm},58$
$P = 13^{gr},9915$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7759$.

IX. Ballon plein... $H_0 = 774^{mm},41$
$p = 1^{gr},064$
Ballon vide.... $h_0 = 5^{mm},58$
$P = 13^{gr},9915$
Poids de l'air à o degré, sous $0^m,760 = 12^{gr},7774$.

» On a donc pour le poids de l'air qui remplit le ballon à o degré, sous la

pression de 760 millimètres,

	gr
I..........	12,7744
II..........	12,7800
III..........	12,7809
IV..........	12,7764
V..........	12,7795
VI..........	12,7775
VII..........	12,7808
VIII..........	12,7759
IX..........	12,7790
Moyenne.....	12,7781

» La plus grande différence que l'on observe dans ces poids s'élève à $0^{gr},0065 = \frac{1}{2000}$ environ. Cette différence provient probablement plus des variations de la composition de l'air que des erreurs d'observation.

» On est convenu de rapporter les densités des gaz à celle de l'air atmosphérique. Cette convention est fâcheuse; car elle suppose que la composition de l'air est absolument invariable. Il serait à désirer qu'à l'avenir on déterminât expérimentalement les densités des gaz, en prenant pour terme de comparaison un des gaz simples faciles à préparer à l'état de pureté, par exemple l'oxygène. Ce choix serait d'autant plus convenable, que ce corps a déjà été choisi pour point de départ dans le calcul des équivalents chimiques.

Vérification de la loi de Mariotte pour l'air atmosphérique.

» Dans l'expérience n° IV, on a pesé le ballon après y avoir fait un vide partiel pendant qu'il était plongé dans la glace. On a eu ainsi :

Force élastique de l'air resté dans le ballon. . . . . $F_0 = 306^{mm},03$
Poids ajouté au ballon. . . . . $P' = 9^{gr},122$

» On déduit de là et des données de l'expérience n° IV :

Poids de l'air remplissant le ballon à 0 degré et sous la pression $303^{mm},10$. . .	$5^{gr},0895$
Le calcul, fondé sur la loi de Mariotte, donne pour ce même poids, en admettant, d'après l'expérience n° IV, que l'air sous $0^{m},760$ pèse $12^{gr},7764$.	$5^{gr},0954$
Différence entre le nombre calculé et le nombre trouvé.	$0^{gr},0059$

» Dans l'expérience n° V, on a trouvé :

Poids de l'air à 0 degré et sous la pression de 760 millimètres $= 12^{gr},7795$
Ballon dans la glace. . . . . $F_0 = 314^{mm},32$
$P' = 8^{gr},981$

On déduit de là et des données de l'expérience n° V :

Poids de l'air remplissant le ballon à o degré et sous la pression de $312^{mm},35$. .	$5^{gr},251$
Le calcul, par la loi de Mariotte, donne.	$5^{gr},2522$
Différence.	$0^{gr},0012$

» Dans l'expérience n° IX, le poids de l'air à o degré, et sous la pression de 760 millimètres, a été trouvé de $12^{gr},7790$; on a eu ensuite

$$F_0 = 363^{mm},80,$$
$$P' = 7^{gr},969.$$

Ces données, combinées avec celles de l'expérience n° IX, fournissent pour le poids de l'air qui remplit le ballon à o degré et sous la pression de $358^{mm},22$.	$6^{gr},0225$
Le calcul, d'après la loi de Mariotte, donne.	$6^{gr},0233$
Différence.	$0^{gr},0008$

» Le calcul a donné constamment un poids un peu plus fort que l'expérience, mais les différences sont trop petites pour que l'on ne puisse pas les attribuer aux erreurs d'observation.

Détermination du coefficient de dilatation de l'air.

» Dans l'expérience n° I, nous avons eu, pour le poids de l'air qui remplit le ballon à o degré et sous la pression de 760 millimètres, $12^{gr},7744$.

» Le ballon étant exposé dans la vapeur de l'eau bouillante sous la pression

$$H'_0 = 760^{mm},47,$$

il en est sorti un poids d'air

$$p = 3^{gr},421.$$

On déduit de là

$$T = 100°,02,$$

$$\left(P_0 \frac{H'_0}{760} - p\right) = 9^{gr},3734,$$

$$P_0 H'_0 (1 + kT) = 12^{gr},774.760,47 (1 + 0,0000233.100°,02);$$

d'où

$$\alpha = 0,003667.$$

» Dans l'expérience n° II, on a eu

Poids de l'air qui remplit le ballon à o degré, et sous la pression de 760 millim. $= 12^{gr},7800$.

A la température de 99°,80 et sous la pression de $754^{mm},66$, il est sorti un poids d'air

$$p = 3^{gr},366.$$

On déduit de là

$$\alpha = 0,003663.$$

Densité du gaz azote.

» Le gaz azote était préparé en faisant passer l'air à travers un tube en cuivre rempli de cuivre métallique et chauffé au rouge; à la suite de ce tube, le gaz traversait un tube en U rempli de fragments de verre mouillés par une dissolution concentrée de potasse caustique, puis un second tube rempli de ponce sulfurique.

I.

Ballon plein ...... $H_0 = 758^{mm},55$
$p = 1^{gr},8725$
Ballon vide........ $h_0 = 2^{mm},18$
$P = 14^{gr},227$

Poids du gaz à o degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4137$.

II.

Ballon plein....... $H_0 = 758^{mm},55$
$p = 1^{gr},8725$
Ballon vide........ $h_0 = 7^{mm},81$
$P = 14^{gr},135$

Poids du gaz à o degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4137$.

III.

Ballon plein....... $H_0 = 762^{mm},82$
$p = 1^{gr},802$
Ballon vide........ $h_0 = 7^{mm},81$
$P = 14^{gr},135$

Poids du gaz à o degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4145$.

IV.

Ballon plein....... $H_0 = 762^{mm},84$
$p = 1^{gr},802$
Ballon vide........ $h_0 = 5^{mm},06$
$P = 14^{gr},1805$

Poids du gaz à o degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4147$.

V.

Ballon plein....... $H_0 = 762^{mm},42$
$p = 1^{gr},815$
Ballon vide........ $h_0 = 5^{mm},06$
$P = 14^{gr},1805$

Poids du gaz à o degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4086$.

VI.

Ballon plein....... $H_0 = 762^{mm},42$
$p = 1^{gr},815$
Ballon vide........ $h_0 = 6^{mm},00$
$P = 14^{gr},165$

Poids du gaz à o degré et sous la pression 760 millimètres $= 12^{gr},4085$.

» Ainsi, nous trouvons pour le poids du gaz azote qui remplit le ballon à o degré, et sous la pression de 760 millimètres,

	gr	Densités.
I..........	12,4137	0,97148
II..........	12,4137	0,97148
III..........	12,4145	0,97154
IV..........	12,4147	0,97155
V..........	12,4086	0,97108
VI..........	12,4085	0,97108
	Moyenne.......	0,97137

» La plus grande différence entre ces nombres s'élève à $\frac{1}{2000}$.

» MM. Dumas et Boussingault ont trouvé dans trois expériences, pour la densité du gaz azote,

	0,970
	0,972
	0,974
Moyenne...	0,972

Densité de l'hydrogène.

» Le gaz hydrogène était préparé par le zinc et l'acide chlorhydrique. On versait cet acide bouillant, afin d'éviter de faire entrer de l'air dans l'appareil. Le gaz traversait un premier tube en U renfermant des couches alternatives de verre en fragments et de potasse caustique fortement humectée, puis un second tube rempli de fragments de verre sur lesquels on avait versé une dissolution saturée à chaud de bichlorure de mercure, qui s'étaient recouverts par conséquent de cristaux, et de la dissolution de ce sel. Le gaz traversait ensuite un troisième tube rempli de fragments de potasse caustique; enfin, un quatrième renfermant de la ponce sulfurique. L'appareil était disposé de façon à ce que l'on pût y faire le vide, ce qui facilite beaucoup la purification du gaz.

I.

Ballon plein......... $H_0 = 756^{mm},16$

$p = 13^{gr},301$

Ballon vide......... $h_0 = 3^{mm},40$

$P = 14^{gr},1785$

d'où Poids du gaz à o degré et sous 760 millimètres $= 0^{gr},88591$.

II.

Ballon plein......... $H_0 = 748^{mm},79$

$p = 13^{gr},308$

Ballon vide......... $h_0 = 1^{mm},38$

$P = 14^{gr},178$

Poids du gaz à o degré et sous 760 millimètres $= 0^{gr},88465$.

III. Ballon plein......... $H_0 = 755^{mm},50$
$p = 13^{gr},301$
Ballon vide.......... $h_0 = 1^{mm},38$
$P = 14^{gr},179$

Poids du gaz à 0 degré et sous 760 millimètres $= 0^{gr},88484$.

	gr.	Densités.
I.........	0,88591	0,06932
II.........	0,88465	0,06923
III.........	0,88484	0,06924
	Moyenne.....	0,06926

» La densité du gaz hydrogène déduite de la composition de l'eau, telle qu'elle résulte des analyses de M. Dumas, et en admettant la densité du gaz oxygène = 1,10563, telle que nous la trouverons plus loin, est 0,06910, qui diffère très-peu de celle que nous avons trouvée par nos pesées.

» MM. Dumas et Boussingault annoncent (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. VIII, page 201), qu'ils ont fait plusieurs déterminations de la densité du gaz hydrogène qui ont donné des nombres compris entre 0,0691 et 0,0695.

Densité de l'oxygène.

» L'oxygène était préparé en chauffant le chlorate de potasse. Le gaz traversait un premier tube en U renfermant des fragments de verre mouillés par une dissolution de potasse caustique, puis un second tube renfermant de la potasse caustique en morceaux; enfin, un troisième tube contenant de la ponce sulfurique.

I. Ballon plein....... $H_0 = 746^{mm},21$
$p = 0^{gr},317$
Ballon vide........ $h_0 = 3^{mm},69$
$P = 14^{gr},115$

Poids du gaz à 0 degré sous $760^{mm} = 14^{gr},1230$.

II. Ballon plein....... $H_0 = 748^{mm},49$
$p = 0^{gr},270$
Ballon vide........ $h_0 = 3^{mm},69$
$P = 14^{gr},115$

Poids du gaz à 0 degré sous $760^{mm} = 14^{gr},1276$.

III. Ballon plein....... $H_0 = 750^{mm},22$
$p = 0^{gr},172$
Ballon vide........ $h_0 = 4^{mm},59$
$P = 14^{gr},033$

Poids du gaz à 0 degré sous $760^{mm} = 14^{gr},1281$.

IV. Ballon plein....... $H_0 = 748^{mm},49$
$p = 0^{gr},204$
Ballon vide........ $h_0 = 4^{mm},59$
$P_0 = 14^{gr},033$

Poids du gaz à 0 degré sous $760^{mm} = 14^{gr},1283$.

	gr.	Densités.
I........	14,1230	1,10525
II........	14,1276	1,10561
III.......	14,1281	1,10564
IV.......	14,1283	1,10565
Moyenne des trois dernières.		1,10563

» La première densité a été rejetée dans la détermination de la moyenne; elle résulte d'une pesée faite après un troisième remplissage, et comme le ballon renfermait auparavant du gaz hydrogène, il restait une très-petite quantité de ce dernier gaz qui a dû rendre le poids trop léger. J'ai cru néanmoins convenable de rapporter cette détermination, afin de n'omettre aucune de celles qui ont été faites.

» MM. Dumas et Boussingault indiquent dans leur Mémoire, page 275, que les nombreuses déterminations qu'ils ont faites de la densité du gaz oxygène se sont trouvées comprises entre 1,105 et 1,107. Les trois déterminations qu'ils regardent comme les plus exactes sont

	1,1055
	1,1058
	1,1057
Moyenne...	1,1057

Expériences sur le gaz acide carbonique.

» Le gaz acide carbonique était préparé en décomposant le marbre blanc par l'acide chlorhydrique, le gaz traversait un flacon laveur renfermant une dissolution de bicarbonate de soude, puis un long tube renfermant de la ponce sulfurique. L'acide chlorhydrique était versé bouillant.

I. Ballon plein....... $H_0 = 763^{mm},04$
$p = 0^{gr},6335$
Ballon vide........ $h_0 = 1^{mm},57$
$P = 20^{gr},211$

Poids à 0 degré et sous la pression $760^{mm} = 19^{gr},5397$.

II. Ballon plein....... $H_0 = 759^{mm},13$
$p = 0^{gr},736$
Ballon vide........ $h_0 = 1^{mm},57$
$P = 20^{gr},211$
Poids à 0 degré sous $760^{mm} = 19^{gr},5377$.

III. Ballon plein....... $H_0 = 756^{mm},72$
$p = 0^{gr},796$
Ballon vide........ $h_0 = 1^{mm},57$
$P = 20^{gr},211$
Poids à 0 degré sous $760^{mm} = 19^{gr},5397$.

IV. Ballon plein....... $H_0 = 756^{mm},34$
$p = 0^{gr},808$
Ballon vide........ $h_0 = 1^{mm},71$
$P = 20^{gr},2085$
Poids à 0 degré sous $760^{mm} = 19^{gr},5385$.

V. Ballon plein....... $H_0 = 753^{mm},39$
$p = 0^{gr},8835$
Ballon vide....... $h_0 = 1^{mm},71$
$P = 20^{gr},2085$
Poids à 0 degré sous $760^{mm} = 19^{gr},5396$.

» On a donc pour le poids du gaz acide carbonique à 0 degré et sous la pression de 760 millimètres,

	gr.	Densités.
I........	19,5397	1,52915
II........	19,5377	1,52900
III.......	19,5397	1,52915
IV.......	19,5385	1,52906
V........	19,5396	1,52915
	Moyenne...	1,52910

Coefficient de dilatation du gaz acide carbonique.

» Dans l'expérience n° II, nous avons trouvé pour le poids du gaz carbonique qui remplit le ballon à 0 degré sous 760 millimètres $= 19^{gr},5377$.

» Le ballon ayant été chauffé dans la vapeur de l'eau bouillante, à la température de 99°,94, sous la pression de $758^{mm},53$, il est sorti un poids de gaz

$$P' = 6^{gr},0045.$$

Ces données, combinées avec celles de l'expérience n° II, donnent, pour le

coefficient de dilatation du gaz acide carbonique,

0,003719.

» Dans l'expérience n° IV, le poids du gaz remplissant le ballon à 0 degré, et sous la pression de 760 millimètres, est $19^{gr},5385$. Le ballon ayant été chauffé à $99^{o},85$, sous la pression de $755^{mm},68$, il en est sorti un poids de gaz $= 6^{gr},055$. En combinant ces éléments avec ceux de l'expérience n° IV, on trouve

$$\alpha' = 0,003719.$$

» J'ai trouvé, dans un précédent Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, tome V, page 68), au moyen de la méthode dans laquelle le gaz conserve la même force élastique à 0 et à 100 degrés comme dans les expériences actuelles :

$$\alpha' = 0,0037099.$$

Expériences pour déterminer si l'acide carbonique, à la température de 0 degré, suit la loi de Mariotte dans les pressions plus faibles que celles de l'atmosphère.

» Dans l'expérience n° V, le poids du gaz acide carbonique à 0 degré, et sous 760 millimètres, est $19^{gr},5396$.

» On a fait un vide partiel, et l'on a eu :

Ballon dans la glace.	$F_0 = 375^{mm},84$
	$P' = 10^{gr},624$

Le gaz à 0 degré, sous la pression $374^{mm},13$, pèse. . .	$9^{gr},5845$
D'après la loi de Mariotte, il devrait peser.	$9^{gr},6628$

» On a fait un vide plus avancé dans le ballon, et l'on a eu :

Ballon dans la glace. . . .	$F'_0 = 225^{mm},88$
	$P' = 14^{gr},474$

Le poids du gaz à 0 degré, et avec une force élastique égale à $224^{mm},17$, est.	$5^{gr},7345$
D'après la loi de Mariotte, on aurait.	$5^{gr},7634$

» On voit par là que, même dans les pressions plus faibles que l'atmosphère, l'acide carbonique s'écarte de la loi de Mariotte d'une manière très-marquée.

Expériences pour déterminer si le gaz acide carbonique, à la température de 100 degrés, suit la loi de Mariotte dans les pressions plus faibles que celles de l'atmosphère.

Ballon rempli de gaz acide carbonique dans l'eau bouillante.	H_0 = 760mm,34	T = 100°,01.
	P' = 5gr,901	
Ballon dans l'eau bouillante avec une force élastique. . .	F'_0 = 343mm,08	
	P = 13gr,7405	
	H'_0 = 757mm,98	T = 99°,92
Ballon vide dans l'eau bouillante.	H = 756gr,51	
	h = 4mm,69	
	P = 20gr,091	

» On déduit de là : Poids du gaz acide carbonique remplissant le ballon à 100°,01, sous une pression de 755mm,65 = 14gr,190; ou à 100 degrés sous 0m,760 = 14gr,2717.

» Le poids de l'acide carbonique remplissant le ballon à 99°,92, sous la pression de 338mm,39, a été trouvé de 6gr,3505; à la température de 100°,01, ce même volume gazeux pèserait 6gr,3549.

» Le poids calculé d'après la loi de Mariotte, en admettant 14gr,2717 sous la pression de 760 millimètres, est 6gr,3545, qui est identique avec celui que l'expérience directe nous a donné.

» Nous conclurons de là que le gaz acide carbonique suit la loi de Mariotte quand il est chauffé à 100 degrés, sous des pressions plus faibles que celles de l'atmosphère.

» On peut calculer, au moyen des données précédentes, les densités que présente le gaz acide carbonique par rapport à l'air, quand les deux gaz sont dans les mêmes circonstances de température et de pression.

» La densité du gaz acide carbonique à 0 degré est :

Sous la pression de. . . .	760mm,00	1,52910
	374mm,13	1,52366
	224mm,17	1,52145

et pour la densité du même gaz à 100 degrés,

Sous la pression de.	760mm,00	1,52418
Sous la pression de.	338mm,39	1,52410

» La densité du gaz acide carbonique, en admettant, pour le poids atomique du carbone, le nombre 75,00, est 1,52024.

» La densité que nous avons trouvée à la température de 0 degré, sous la pression de 760 millimètres, conduit à un poids atomique du carbone

= 76,60, qui s'approche beaucoup du nombre 76,44 que les chimistes ont admis pendant longtemps d'après M. Berzelius.

» On voit, par cet exemple, combien il faut de circonspection pour déduire un poids atomique de la densité d'un gaz. »

M. **Dumas** présente quelques observations sur le Mémoire de M. *Regnault*. Ces observations seront publiées dans le *Compte rendu* de la prochaine séance.

ASTRONOMIE. — *Note sur l'application des nouvelles formules à l'astronomie; par* M. **Augustin Cauchy**.

« J'ai lu, dans la dernière séance, un Mémoire sur la détermination approximative des fonctions représentées par des intégrales. A la suite de cette lecture, notre honorable confrère, M. Liouville, a présenté à l'Académie quelques observations. J'ai souscrit le premier à celle qui avait pour objet la mention du sujet de prix mis au concours en 1840. Quant au Mémoire lui-même, et aux calculs qu'il renferme, je les avais crus d'abord, je l'avoue, attaqués par M. Liouville. Notre confrère a déclaré qu'il n'en était rien, et qu'il ne voulait point critiquer une méthode qu'il ne connaissait pas. J'ai été heureux d'entendre sa déclaration. Elle aurait dû être, je crois, plus que suffisante pour modérer l'ardeur belliqueuse d'un écrivain qui assistait, comme étranger, à cette discussion, et pour lui enlever tout prétexte de publier à cette occasion, contre l'Académie et contre ses membres, un long réquisitoire, tout en déclarant que la question était du nombre de celles qui n'ont pas un rapport direct avec les objets de ses études. C'en serait bientôt fait de la science, si les savants et l'Académie devaient prendre, pour unique règle de leur conduite, les prescriptions de quelques auteurs chargés, dans certaines feuilles, de la rédaction des articles académiques; s'il fallait renoncer, quand ils l'exigent, non-seulement à la carrière de l'enseignement, et aux dignités scientifiques, mais encore à la culture même des sciences, et à la publication des découvertes qu'on aurait pu faire. Les savants seraient bien à plaindre, si après s'être exténués de veilles et de fatigues, pour contribuer au perfectionnement de l'analyse et de la géométrie, ils n'avaient, pour exciter et ranimer leur zèle, d'autre motif que les singuliers encouragements qui leur sont donnés, de temps à autre, par les feuilles dont je parle. Les mêmes écrivains, qui ne pardonneraient pas à un académicien d'oublier la date d'un Rapport ou d'un programme, ont parfois, il faut l'avouer, des distractions bien étranges. Que, durant plusieurs séances consécutives, un membre de l'Acadé-

mie expose une théorie nouvelle, qu'il en démontre les avantages, que cette théorie n'ait pas seulement pour objet le perfectionnement du calcul intégral, qu'elle passe de la spéculation à la pratique, qu'elle se traduise en résultats positifs, en nombres et en chiffres, qu'elle offre un moyen prompt et facile de construire les Tables astronomiques, et réduise à quelques heures des calculs qui exigeaient des astronomes plusieurs mois ou plusieurs années de travail : ils se garderont bien d'en parler. Mais qu'un débat s'élève dans le sein de l'Académie, que, sur une question difficile, deux académiciens semblent ne pas être entièrement d'accord entre eux : des auditeurs s'empresseront de faire part au public d'une discussion qu'ils déclarent eux-mêmes n'avoir pas comprise, et s'exposeront ainsi à prêter aux paroles prononcées un sens contraire à celui qu'elles avaient en réalité. On dirait quelquefois qu'ils ne sont admis à nos séances que pour y entendre ce qu'on ne dit pas, et ne pas entendre ce qu'on y dit. Mais je m'arrête. J'aime à croire que l'auteur de l'article dont il s'agit, en relisant son œuvre, reconnaîtra lui-même qu'il est tombé, sur plusieurs points, dans des erreurs graves, et s'empressera de les rectifier. D'ailleurs, les moments de l'Académie sont trop précieux pour que je veuille plus longtemps m'occuper de cet incident. S'il n'eût intéressé que moi, j'aurais pu garder le silence. La bienveillance toute spéciale avec laquelle mes derniers Mémoires, et les méthodes nouvelles qu'ils renferment, ont été généralement accueillis par les géomètres, m'autorise dans la conviction où je suis que les avantages de ces méthodes seront reconnus par ceux-là mêmes qui, n'ayant point assisté à plusieurs de nos précédentes séances, n'ont pu suivre les développements que j'ai donnés; et l'assentiment de mes honorables confrères du Bureau des Longitudes, exprimé à moi-même en termes qui m'ont vivement touché, me dédommage amplement d'attaques qui sembleraient inspirées par les préventions les plus singulières et les moins faciles à comprendre, qui sembleraient avoir pour but de troubler la bonne harmonie qui règne au sein de cette Académie, en mettant, s'il était possible, les divers membres en contradiction les uns avec les autres. Mais, en laissant de côté cet article, je ne puis passer sous silence au moins une des questions soulevées dans le débat, une question qui intéresse trop directement le progrès des sciences, pour qu'il ne soit pas convenable d'en dire ici quelques mots.

» L'Académie est instituée, sans aucun doute, pour favoriser le progrès des sciences physiques et mathématiques, pour contribuer elle-même à ce progrès. C'est dans ce dessein qu'elle propose, chaque année, des sujets de prix. Quelquefois les questions mises au concours se trouvent circonscrites dans d'étroites limites. C'est ce qui est arrivé, par exemple, lorsque l'Aca-

démie a donné pour sujet de recherches aux géomètres le seul des théorèmes de Fermat qui soit encore à démontrer. Je doute que, dans ce cas-là même, l'Académie prétende interdire absolument aux savants de tous les pays, aux académiciens français ou étrangers, la faculté de résoudre la question, s'ils le peuvent, et de publier leur solution. J'admettrai néanmoins très-volontiers qu'il peut y avoir convenance à ce que la solution d'un problème ainsi limité ne soit pas rendue publique avant l'époque où le concours expire. Mais souvent aussi l'Académie adopte un programme énoncé en termes très-vagues et très-généraux. Ce programme dit, par exemple: Le prix sera donné au meilleur ouvrage publié sur l'analyse mathématique; ou bien encore, le programme est relatif aux applications de l'analyse à l'astronomie, et il propose aux géomètres *de perfectionner en quelque point essentiel la théorie des perturbations planétaires*. Or est-il permis de s'imaginer qu'en adoptant un tel programme l'Académie ait voulu arrêter le développement de la science, éteindre les lumières, suspendre les travaux du Bureau des Longitudes et de toutes les Sociétés savantes de l'Europe, enfin porter un arrêt de mort contre l'astronomie, condamnée à ne profiter d'aucune découverte, et à suivre, dans la pratique, de vieilles méthodes très-souvent impraticables, jusqu'à l'expiration du concours? Est-il possible de supposer qu'une pareille idée puisse entrer dans l'esprit de qui que ce soit? Et pourtant cette idée se trouve exprimée par écrit, et la feuille où elle est énoncée semble vouloir en prendre occasion pour incriminer celui auquel on a si souvent, mais inutilement, reproché d'avoir une conscience trop délicate, d'avoir témoigné par trop de sacrifices son dévouement à l'infortune, et d'avoir tenu, dans des temps difficiles, une conduite qu'honorent tous les partis. Quelquefois on a recours, en géométrie, à ce qu'on appelle des démonstrations *ab absurdo*. Une démonstration de ce genre, appliquée à la question présente, ne suffirait-elle pas à montrer le côté faible de la thèse que je combats, et à convaincre même les personnes qui, par irréflexion, j'en suis sûr, ont pu adopter cette thèse, sans chercher d'abord à en prévoir ou approfondir les conséquences? L'Académie me rendra d'ailleurs cette justice, qu'il n'est pas possible de m'adresser ici le moindre reproche. Elle a vu, dans la dernière séance, avec quelle franchise, avec quelle loyauté j'ai déclaré que j'attendrais sa décision avant d'imprimer mon Mémoire. Les paroles prononcées par M. le secrétaire perpétuel, et l'adhésion unanime de mes honorables confrères, n'ont pas laissé subsister le plus léger doute sur le parti que j'avais à prendre. Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette affaire, c'est que mes nouvelles théories sont le développement d'une pensée émise il y a plusieurs années, c'est-à-dire au mois d'août 1841, dans l'un des Mémoires que j'ai publiés sur l'astronomie, dans

celui-là même qui avait particulièrement attiré l'attention des astronomes, et auquel ils ont paru attacher plus de prix. Il serait assez extraordinaire qu'il fût interdit à un géomètre français de publier les développements des théories qu'il a pu découvrir, et qu'il lui fût ordonné, sans doute pour la plus grande gloire des sciences et de la patrie, d'attendre que ses propres pensées soient peut-être mises en lumière par quelque savant étranger. »

M. le **Président** annonce que le XIXe volume des *Mémoires de l'Académie* est en distribution, et que l'impression du vingtième est dejà commencée.

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la seconde édition de son *Histoire des travaux de G. Cuvier*. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

M. **Beautemps-Beaupré** présente, au nom de l'auteur, M. **Givry**, un nouveau volume du *Pilote français. — Partie des côtes de France comprise entre les Casquets et la pointe de Barfleur. — Environs de Cherbourg.* (Voir au *Bulletin bibliographique*.)

RAPPORTS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Rapport sur les Mémoires de* MM. **Simon** *et* **Hardy**, *relatifs à la culture et aux produits du pavot somnifère sous le climat d'Alger.*

(Commissaires, MM. de Mirbel, Boussingault, Payen rapporteur.)

« Nous avons été chargés, MM. de Mirbel, Boussingault et moi, de rendre compte des Mémoires de MM. Hardy et Simon, relatifs à la culture et aux produits du pavot somnifère sous le climat d'Alger; nous venons soumettre à l'Académie les résultats de notre examen.

» M. Hardy, dans un Mémoire très-détaillé, rend compte de ses nouveaux efforts pour répondre aux intentions de M. le maréchal ministre de la Guerre, et résoudre la question de l'utilité de la production de l'opium en Algérie.

» Dans cette vue, M. le Directeur de la pépinière centrale, en continuant ses essais, s'est proposé de cultiver une plus grande étendue de terrain, afin de mieux constater les influences des saisons, de l'époque des semailles, des soins de culture, etc.; voulant aussi tenir compte des frais et les déduire de la valeur de la récolte, M. Hardy a pensé avec raison qu'il était nécessaire de déterminer la qualité des produits.

» Cette dernière partie des opérations nous fut plus particulièrement réservée ; en conséquence, et pour compléter la base des calculs, nous allons présenter d'abord nos expériences et nos observations à cet égard.

» L'un des échantillons de l'opium que M. Hardy a récolté, avait été extrait pendant la pluie; nous l'avons analysé à part. 100 parties contenaient 89,1 de substance sèche, et donnèrent 4,67 de morphine pure.

» En tenant compte de l'excès d'humidité de cet échantillon, pour comparer le rendement en morphine avec les produits envoyés l'année dernière, on trouve que 92,4 de substance sèche auraient fourni 4,84, nombre qui se rapproche beaucoup de 5,02 trouvé dans l'opium de 1844.

» L'autre échantillon qui représentait la qualité de la plus grande partie de la récolte, extrait pendant un temps plus favorable, contenait 9,5 d'eau pour 100, et donna 4,94 de morphine; en ramenant sa proportion d'eau à 7,6 pour établir la comparaison avec le produit de 1843, on trouve qu'il représente 5,10 de morphine pure pour 100, c'est-à-dire un peu plus que l'opium de la précédente récolte.

» Ainsi, l'opium obtenu cette fois dans une culture plus étendue est sensiblement supérieur en qualité aux produits examinés l'année dernière.

» Ce résultat paraît donc confirmer les espérances que nous avions conçues, relativement à la possibilité d'obtenir en Algérie de l'opium de qualité bonne et constante.

» Le deuxième produit important de la même récolte consiste dans l'huile qu'il est facile d'extraire des graines après la récolte de l'opium.

» Profitant du concours de M. Tripier, directeur de la pharmacie d'Alger, M. Hardy put constater que la graine des pavots donnait 45 pour 100 d'huile, dont la plus grande partie écoulée à froid est comestible.

» Les graines qui nous sont parvenues dans le même envoi ont donné 42,6 d'huile, c'est-à-dire 2,4 pour 100 de moins que la quantité obtenue par M. Tripier. Probablement, la différence observée tenait à quelque altération durant le transport. L'échantillon de l'huile reçue d'Alger est comparable aux huiles ordinaires d'œillette, et légèrement plus colorée que celles du nord de la France.

» La culture plus étendue, faite l'année dernière, a permis de vérifier et de compléter les renseignements communiqués en 1843, par les soins de M. Liautaud.

» Voici le résumé des conditions favorables déduites des dernières observations à ce sujet:

» Il faut un terrain doux, léger, substantiel, surtout très-perméable à

l'eau; s'il retenait celle-ci, la racine unique du pavot qui est pivotante, grosse, charnue et molle, serait bientôt détruite. Les terrains qui paraissent préférables sont ceux où le sable domine à peu près dans les proportions de deux tiers pour un tiers d'argile. Ce terrain devra être amendé un an à l'avance par des engrais courts, et préparé durant l'été par plusieurs labours profonds, de manière à rendre la terre aussi meuble qu'une planche de jardin.

» Il est encore fort utile que la plantation soit, autant que possible, à l'abri des vents d'ouest; les pentes légèrement inclinées des versants qui regardent l'est, semblent offrir l'exposition la plus favorable.

» Le semis doit être fait à l'automne; aussitôt après les premières pluies, les plantes ne tardent pas à paraître. Elles s'entourent de feuilles par une végétation lente durant l'hiver; et, au printemps, elles donnent des tiges et des capsules d'une force que ne peuvent jamais atteindre les semis faits pendant ou après l'hiver, forcés qu'ils sont par les conditions climatériques de donner leur fruit aussitôt que ceux qu'on a semés quatre ou cinq mois plus tôt.

» Il peut arriver que, par un printemps pluvieux, comme celui de cette année par exemple, ces semis tardifs donnent de fort beaux produits, mais ce cas arrivera rarement.

» Il convient que le terrain soit divisé par planches de 2 mètres de largeur avec des sentiers de 40 à 50 centimètres restant libres pour les opérations du sarclage, de récolte, etc.; la longueur des planches est indifférente. On sème à la volée 2^{kil},500 grammes à 3 kilogrammes de graine par hectare.

» Les semis en ligne ne réussissent pas pour une graine aussi fine, parce qu'il est difficile de l'enterrer à une profondeur convenable; presque toujours il y a des lacunes, les graines qui se trouvent trop avant dans le sol ne pouvant lever.

» Dès que les jeunes plantes ont quatre ou cinq feuilles, on doit les débarrasser des mauvaises herbes, et supprimer les pieds superflus en les distançant en tous sens de 0,20 à 0,25. On conservera de préférence les individus les plus vigoureux. Plus tard, lorsqu'on en reconnaîtra la nécessité, on donnera un second binage et on veillera à ce qu'aucune plante étrangère ne s'élève dans la plantation. Lorsque les jeunes pavots couvriront complétement le sol de leur feuillage, on cessera d'y introduire la binette, afin d'éviter de briser les feuilles qui sont très-peu résistantes. A partir de ce moment jusqu'à l'époque de la maturité des capsules, il n'y a plus rien à faire dans la plantation, si ce n'est d'arracher à la main quelques herbes

qui viennent se montrer çà et là, et dont on doit toujours être très-soigneux de purger le sol.

» Une importante précaution à prendre pendant les opérations du sarclage, c'est de ne pas blesser les racines principales ou les pivots, avec les instruments dont on se sert; autrement la plante dépérirait par la pourriture que produit l'épanchement de ses sucs. Le pavot ne résiste pas à la transplantation, on ne peut donc employer ce moyen pour regarnir les clairières, comme cela se pratique dans certaines cultures.

» Lorsque l'on reconnaîtra à leur coloration tirant au jaune, à la dureté que produisent les sucs accumulés, que les capsules atteignent la maturité convenable, le cultivateur devra s'empresser de mettre en réquisition les ouvriers nécessaires pour inciser les capsules et ramasser l'opium; 1 hectare exigera quinze à vingt personnes pendant douze à quinze jours. Les enfants ne sauraient être employés à ce travail; ils ne pourraient atteindre les capsules.

» On peut ramasser le produit vingt heures après avoir incisé les capsules, mais cette opération va beaucoup moins vite; en incisant pendant trois heures, on prépare le travail de six à sept heures pour récolter. Ainsi on devra inciser pendant les trois heures les plus chaudes du jour et ramasser les larmes d'opium sorties de la veille pendant les intervalles du matin et du soir.

» L'instrument qui a paru le plus convenable pour faire les incisions est un canif dont le tranchant est convexe; et pour ramasser l'opium, une lame de couteau ayant la même forme.

» En tenant compte des variations extraordinaires et défavorables de la température cette année, M. Hardy établit ainsi le compte de la culture de 1 hectare :

Labour à la houe, quatre-vingt-seize journées à 2 francs. . . .	192 fr.
Semaille, hersage à la main, quarante-quatre journées à 2 fr. .	88
Deux binages.	118
Récolte de l'opium, deux cent vingt-neuf journées à 2 fr. . . .	458
Total pour l'opium.	856
Récolte de la graine, trente-sept journées à 2 fr.	74
Total des frais pour 1 hectare.. . .	930

Produit probable de 1 hectare.

» En supposant un tiers en sus sur le produit de l'opium (car on doit admettre que la saison ne sera pas toujours aussi défavorable que cette année),

M. Hardy arrive aux résultats suivants :

Opium, 23^{kil},268 à 30 francs.	698 fr.
Graine de pavot, 11 hectolitres à 30 fr.	330
690 bottes de tiges à 10 centimes.	69
Total du produit pour 1 hectare. .	1097
Bénéfice net.	167

» Nous avons reçu de M. le ministre de la Guerre, deux échantillons d'opium obtenus d'une autre culture par M. Simon, à l'aide de procédés particuliers.

» Cet opium était renfermé dans des têtes de pavots coupées en deux.

» Le n° 1 perdit à la dessiccation 8,5 pour 100, et donna 3,70 de morphine pure, représentant 3,74 pour l'opium réduit à la proportion d'eau prise pour terme de comparaison.

» Le n° 2 contenait 6,45 d'eau; on en obtint 3,86 de morphine, quantité équivalente à 3,82, pour le degré normal d'humidité.

» Ces résultats, vérifiés en répétant deux fois les analyses, prouvent que la qualité de l'opium extrait par M. Simon est un peu inférieure à celle des échantillons provenant des cultures en Algérie, récoltés en 1843 et 1844.

» Il se pourrait, à la vérité, que les proportions moindres de morphine fussent compensées, et au delà, par les quantités plus grandes d'opium récolté; mais n'ayant pas reçu de renseignement sur les procédés nouveaux employés, ni sur les produits obtenus, nous ne pourrions encore avoir d'opinion à cet égard.

» L'examen du Mémoire et des échantillons envoyés par M. Hardy, et dont nous venons de rendre compte, montre que, malgré des circonstances de température exceptionnelles et défavorables, la qualité de l'opium indigène s'est soutenue et même améliorée; il est donc bien permis d'espérer que des résultats meilleurs encore pourront être obtenus dans des conditions ordinaires, en continuant avec des soins aussi bien entendus ces intéressants essais de culture.

» Tout nous porte à croire qu'on parviendrait ainsi à obtenir le résultat important de fournir à l'art médical un agent dont les propriétés utiles seraient garanties par la constance de sa composition.

» Les efforts à faire pour atteindre un but aussi élevé nous paraissent très-dignes d'être encouragés par l'approbation et les vœux de l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur le système de chemin de fer atmosphérique de* M. **Arnollet.**

(Commissaires, MM. Arago, Regnault, Lamé rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Arago, Regnault et moi, de lui faire un Rapport sur un Mémoire présenté par M. Arnollet, et concernant un nouveau système de chemin de fer atmosphérique. L'idée d'employer la raréfaction de l'air comme moyen de transport fut émise, dès 1810, par Medhurst, ingénieur danois. On a fait, depuis 1824, divers essais infructueux pour appliquer cette idée. Enfin une invention importante de MM. Clegg et Samuda, qui date de 1838, fit réussir le nouveau moyen de locomotion. On sait que le système, dit atmosphérique, se compose d'un tube placé entre les rails, et dans lequel une machine à vapeur fixe, opère et entretient la raréfaction de l'air; un piston est poussé dans ce tube par l'excès de la pression atmosphérique, et son mouvement se transmet à l'extérieur par une tige étroite, à laquelle une fente longitudinale livre passage; il faut qu'une sorte de soupape indéfinie ferme hermétiquement cet orifice en avant du piston, s'ouvre pour laisser passer la tige, et se referme ensuite derrière elle. MM. Clegg et Samuda sont parvenus les premiers à remplir ces conditions indispensables, en bouchant l'orifice longitudinal par une lame de cuir convenablement renforcée, soigneusement mastiquée, qui se soulève par l'action de galets attachés à la queue du piston, qui retombe ensuite par son propre poids, et que des cylindres compresseurs et échauffés referment et mastiquent de nouveau.

» Cet appareil fut essayé, en 1838, sur des modèles en petit, à Chaillot et plus tard au Havre. Des expériences plus importantes furent faites dans les environs de Londres, par MM. Clegg et Samuda; ces expériences, que M. Teisserenc fit connaître en France, mirent hors de doute la possibilité d'employer le système atmosphérique. M. Pim, trésorier de la compagnie du rail-way de Dublin à Kingstown, proposa et obtint de l'appliquer au chemin de fer de Kingstown à Dalkey, sur 3 kilomètres de longueur environ. Cette dernière expérience, faite sur une échelle suffisante, a complétement réussi; M. Mallet, inspecteur divisionnaire des Ponts et Chaussées, en a donné la description détaillée. On sait qu'un acte législatif a autorisé M. le ministre des Travaux publics à consacrer une somme de 1 800 000 francs pour de nouvelles expériences; une telle mesure devait vivement exciter l'esprit d'invention, et c'est ce qui explique le grand nombre de communi-

cations relatives aux chemins de fer atmosphériques, qui ont été faites cette année à l'Académie. Nous n'avons à nous occuper aujourd'hui que du Mémoire de M. Arnollet, lequel concerne spécialement l'économie des frais d'établissement et de la force employée.

» Au chemin de fer de Dalkey, l'air du tube est directement raréfié, à l'aide d'une pompe à air mue par une machine à vapeur. Cet appareil marche avant et pendant le parcours d'un convoi, mais reste ensuite inactif. Ainsi, dans le système atmosphérique anglais, une très-forte machine exécute un grand travail durant huit à dix minutes, et se repose une heure ou plus; il est nécessaire cependant que la température de la chaudière se conserve pendant l'intermittence, pour que l'appareil soit toujours prêt à fonctionner. Les dépenses, les pertes et les autres inconvénients qui naissent de cette marche discontinue, ont engagé M. Arnollet à proposer un moyen de raréfaction différent. Dans son système, une machine de quelques chevaux de force serait constamment employée à raréfier l'air de trois réservoirs, ayant chacun une capacité au moins égale à celle du tube, ou d'un seul de capacité triple; on ferait communiquer ces réservoirs, lorsque la pression n'y serait plus que $\frac{1}{3}$ d'atmosphère, avec le tube contenant de l'air ordinaire, et où s'établirait bientôt une pression moyenne de $\frac{1}{2}$ atmosphère; cette raréfaction ferait marcher le piston et le convoi; à la fin du voyage, l'air, totalement refoulé dans les réservoirs, atteindrait la pression de $\frac{2}{3}$ d'atmosphère, et l'action continue de la machine ramènerait de nouveau cette pression à $\frac{1}{3}$.

» Pour montrer les avantages de son système, M. Arnollet suppose un chemin de fer devant effectuer, à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, un transport annuel de 2 500 000 tonnes, poids net, en voyageurs et marchandises, ou par jour 700 tonnes distribuées sur dix convois. Ce chemin serait divisé en relais de 5 000 mètres, chacun d'eux étant desservi par un moteur atmosphérique partiel. L'auteur trouve qu'il faudrait une machine de 126 chevaux pour raréfier l'air dans un tube de 5 000 mètres de longueur et de 39 centimètres de diamètre, si l'on adoptait le système anglais; tandis que l'application du moyen qu'il propose n'exigerait, dans la même circonstance, qu'une machine de 8 chevaux, c'est-à-dire d'une force seize fois moindre (1). Ces nombres supposent que la longue soupape, qui ferme l'orifice longitudinal du tube, ne laisse pas rentrer d'air. M. Arnollet déduit de plusieurs expériences rapportées par M. Mallet, que l'appareil de Dalkey subit une

(1) *Voir* la Note IV, à la fin du Rapport.

rentrée de 15 mètres cubes d'air par kilomètre et par minute. En adoptant ce résultat, l'auteur trouve que la force de sa machine devrait être portée de 8 chevaux à 10; mais, comme ce défaut de l'appareil et la perte de force qu'il occasionne ne sont pas encore suffisamment étudiés, nous en ferons abstraction dans la comparaison des deux systèmes.

» Plusieurs notes jointes à ce Rapport donnent, pour les deux cas, le calcul de la force employée et de l'effet obtenu. Dans le système anglais, le travail utilisable dépensé, tant que la machine marche, est exactement égal au travail produit. La perte de force est donc totalement celle que représente le combustible consumé pendant l'intermittence. Si l'on adopte $\frac{1}{3}$ d'atmosphère pour la pression de l'air du tube, on trouve que la machine doit agir pendant un temps à peu près double de celui que le convoi met à parcourir le relais. La première moitié de ce temps est employée à raréfier l'air du tube avant le départ, depuis la pression extérieure jusqu'à $\frac{1}{3}$ d'atmosphère.

» Quant au système proposé par M. Arnollet, si l'on adopte $\frac{1}{3}$ d'atmosphère pour la pression que la machine ramène dans les réservoirs, le calcul montre que le travail utilisable dépensé est au travail produit dans le rapport de 5 à 3, d'où résulte une perte de force de 40 pour 100. Cette perte a lieu lorsqu'on fait communiquer les trois réservoirs où la pression est de $\frac{1}{3}$ d'atmosphère, avec le tube rempli d'air à la pression extérieure, afin d'obtenir la pression moyenne de $\frac{1}{2}$ d'atmosphère. Car, s'il avait été possible d'aspirer directement la moitié de l'air contenu dans les quatre capacités réunies, ce qui eût conduit, comme pour le système anglais, à l'égalité entre le travail dépensé et le travail produit, on eût évidemment employé moins de force à expulser les trois premiers sixièmes de l'air remplissant le tube, qu'à expulser, comme on est obligé de le faire, le quatrième sixième de l'air des trois réservoirs. Dans le fait, les deux premiers tiers de la masse d'air primitivement contenue dans les réservoirs sont expulsés une fois pour toutes; mais l'air du tube, refoulé par le piston voyageur, vient remplacer le second tiers de cette masse primitive, et c'est la force employée à l'expulser de nouveau qui compose en totalité le travail utilisable dépensé pour chaque convoi. Or, on trouve par le calcul, et on l'admettra aisément, qu'on allégerait ce travail d'au moins 40 pour 100, en substituant à la seconde moitié, la plus pénible, de sa tâche, l'extraction à masse égale, et comparativement si facile, de la première moitié de l'air contenu dans le tube; substitution qui le rendrait précisément égal au travail produit.

» D'après ces résultats théoriques, en supposant que les frais d'établissement de l'un et l'autre système pussent être égaux, si les convois se succé-

daient à des époques assez rapprochées, ou si l'on prenait des précautions suffisantes, pour que le combustible consumé pendant l'inaction de la machine anglaise fût au plus les deux tiers du combustible dépensé lors de son action, les deux systèmes auraient un mérite égal, et il n'y aurait aucune raison d'économie pour préférer l'un à l'autre.

» C'est à ces termes simples que se réduit la comparaison des deux systèmes, quels que soient, d'ailleurs, la longueur des relais, la vitesse de marche des convois, la force de traction qui correspond à cette vitesse, le tonnage à transporter, la difficulté des pentes à franchir. Est-il réellement impossible que le système anglais puisse remplir les conditions nécessaires, pour que sa dépense ne surpasse pas celle du système de M. Arnollet? C'est ce qu'il n'est pas permis d'affirmer aujourd'hui.

» Une donnée pratique manque pour comparer les frais d'établissement. On peut bien évaluer le prix de la puissante machine exigée par le système anglais, et celui de l'appareil pneumatique, non moins coûteux, qu'elle mettrait en activité. Mais pour le système de M. Arnollet, outre sa faible machine et sa pompe à air de petite dimension, il y aurait à construire trois réservoirs, imperméables et solides; construction dont il paraît difficile, sinon impossible d'évaluer la dépense avec quelque exactitude. La capacité de chacun de ces réservoirs devrait être, suivant M. Arnollet, de 6 à 800 mètres cubes, et en réalité beaucoup plus grande, comme nous le prouverons bientôt. Il faudrait que les parois fussent de nature à s'opposer sûrement à toute rentrée d'air, assez épaisses et convenablement étayées, pour résister à un excès de pression de 7 tonnes environ par mètre carré de surface, tendant à les rapprocher. Le prix de trois bâtiments d'un genre si nouveau, remplissant suffisamment toutes ces conditions, serait-il moindre que l'excès considérable de dépense, en machines et pompes à air, exigé par le système atmosphérique anglais? nous ne saurions le dire à priori, et nous pensons que tout ingénieur impartial garderait la même réserve.

» Plusieurs praticiens se sont proposé récemment de rechercher les précautions à prendre pour diminuer, autant que possible, la dépense en combustible durant les intermittences de l'action d'une machine à vapeur. On cite une expérience remarquable faite, sur une chaudière ordinaire, dans les ateliers de M. Lemaître, à la Chapelle; d'après cette expérience, plusieurs fois répétée, une interruption d'une heure, suivie d'une émission de vapeur, durant dix à douze minutes, n'occasionnerait qu'un excès de consommation de combustible d'un tiers en sus. Lors des interruptions, on fermait soigneusement toute issue à l'entrée et à la sortie des gaz au-dessous de la chaudière;

lors des prises de vapeur, toutes les issues étant, au contraire, ouvertes, on activait la combustion pendant deux à trois minutes, à l'aide d'un ventilateur. Si ce fait se vérifie, la dépense en combustible n'est pas une objection sérieuse pour le système atmosphérique anglais.

» D'ailleurs la perte de force que représente l'excès de consommation du combustible disparaîtrait bientôt; car, suivant l'opinion émise dans une autre enceinte par l'un de nous, M. Arago, les usines qui réclament ordinairement la puissance incertaine des cours d'eau ou du vent, et d'autres encore, viendraient se grouper autour des puissantes machines du système atmosphérique anglais, pour utiliser une force régulièrement disponible, autrement sans emploi, et que cette circonstance même rendrait peu coûteuse. Il en serait tout autrement de l'excès de travail dépensé par le système de M. Arnollet; sa perte serait irrémédiable, et sans profit pour personne.

» Les calculs qui ont servi de base à la comparaison que nous venons d'établir font abstraction de plusieurs causes de perte de force, telles que les rentrées d'air par les soupapes, les inégalités de pression qui doivent exister dans le tube, l'échauffement du corps de pompe dû à la compression de l'air expulsé, et d'où résulte la dilatation de l'air aspiré; toutes circonstances qui exigent une augmentation de travail dépensé. Mais on manque de données précises pour évaluer avec exactitude cette augmentation, qu'il faudrait d'ailleurs appliquer aux deux systèmes.

» Toutefois, nous devons le reconnaître, le système de M. Arnollet se trouve dans de meilleures conditions que le système anglais pour atténuer les pertes dont il s'agit. Le temps pendant lequel la soupape longitudinale laisse rentrer de l'air est plus court. Lorsqu'on raréfie l'air des réservoirs, les inégalités de pression doivent être incomparablement plus petites que dans le tube, long et étroit, sur lequel la machine anglaise agit directement. Enfin, la durée beaucoup plus longue de l'action du moteur, et la petitesse relative de l'appareil pneumatique, permettent d'augmenter ses dimensions et de ralentir sa marche, de manière à diminuer beaucoup l'échauffement du corps de pompe.

» M. Arnollet semble admettre, dans son Mémoire, qu'une force de traction de 4 kilogrammes par tonne, laquelle est tout au plus suffisante pour faire partir un convoi, suffit encore lorsque la vitesse est de 60 kilomètres à l'heure, ou de $16^{m},65$ à la seconde. Ce nombre est évidemment beaucoup trop faible. Plusieurs observations faites sur les chemins de fer des environs de Paris ont conduit à une formule empirique fort commode, pour représenter le coefficient de la traction; cette formule, qui se compose d'un terme constant, et

d'un autre proportionnel au carré de la vitesse, donne une traction de 13 kilogrammes par tonne pour la vitesse de $16^m,65$. On a observé, sur le chemin de Versailles (rive gauche), qu'un convoi, descendant librement sur une rampe d'un centième, acquérait une vitesse uniforme de 13 à 14 mètres; ce qui donne 10 kilogrammes par tonne pour la traction correspondante à cette vitesse. Ces deux nombres sont évidemment concordants, mais ils sont certainement exagérés quand il s'agit de forts convois; car la formule citée suppose que l'accroissement de la traction totale, qui résulte de la vitesse, est proportionnel au poids; ce qui ne saurait être, puisque la résistance de l'air, d'où dépend cet accroissement, doit s'exercer principalement sur les premiers wagons, et n'augmenter qu'assez faiblement avec le nombre de ceux qui les suivent.

» En adoptant toutefois la traction de 13 kilogrammes par tonne, qui représente une limite opposée à celle de 4 kilogrammes, et se servant des formules démontrées dans les notes annexées à ce Rapport (1), on trouve que, pour obtenir une vitesse de 60 kilomètres à l'heure, avec des convois de 120 tonnes, poids total, il faudrait, à chaque relais de 5 000 mètres seulement, soit une machine de 200 chevaux, soit une de 20, mais avec trois réservoirs ayant chacun une capacité de 2 000 mètres cubes, ou un seul de 6 000! Ce serait, des deux parts, acheter bien cher l'avantage de donner, à une masse énorme, une vitesse excessive, dont les dangers sont effrayants et sans remède. Avec des convois de 50 à 60 tonnes au plus, et une vitesse de 30 à 40 kilomètres à l'heure, la dépense serait trois à quatre fois moindre, et la gravité des accidents disparaîtrait. L'économie et la prudence sont ici d'accord pour assigner une limite à l'exagération des avantages que peuvent offrir les chemins de fer.

» Malgré les incertitudes qui ne permettent pas encore de reconnaître la supériorité que M. Arnollet attribue à son système dans toutes les circonstances, nous pensons néanmoins que, dès à présent, ce système pourrait être appliqué avec avantage sur un chemin de fer destiné à des convois peu multipliés, et marchant avec une vitesse modérée, surtout s'il était possible de distribuer ces convois à des intervalles de temps égaux, pendant les vingt-quatre heures du jour et de la nuit.

» Quoi qu'il en soit, le Mémoire de M. Arnollet, qui contient des remarques utiles et des vues ingénieuses, traite une question importante que l'expérience et la pratique peuvent seules résoudre complétement. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

---

(1) *Voir* la Note IV.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Notes annexées au Rapport qui précède; par* M. LAMÉ.

I. — *Calcul du travail nécessaire pour raréfier l'air contenu dans un tube de longueur* Λ, *et de section* S, *depuis la pression barométrique* H, *jusqu'à la pression réduite* η.

« Nous supposerons que le tube ait un fond fixe, pris pour origine des x, et qu'il soit fermé, vers son autre extrémité, par un piston mobile P, au delà duquel le tube se prolonge indéfiniment.

» On voit facilement que le travail cherché est égal à celui qui serait nécessaire pour éloigner le piston P, placé primitivement à une distance $x = \frac{\Lambda\eta}{\mathrm{H}}$ du fond fixe, jusqu'à la distance Λ ; H étant la pression de l'air renfermé dans le tube de longueur $\frac{\Lambda\eta}{\mathrm{H}}$, soit p la force élastique de cet air lors d'une longueur quelconque x; on aura

$$p = \frac{\Lambda\eta}{x}, \quad \text{d'où} \quad \mathrm{H} - p = \mathrm{H} - \frac{\Lambda\eta}{x},$$

et le travail cherché sera donné de suite par l'intégrale définie

$$(1) \qquad \int_{\frac{\Lambda\eta}{\mathrm{H}}}^{\Lambda} \mathrm{S}\left(\mathrm{H} - \frac{\Lambda\eta}{x}\right) dx = \mathrm{S}\Lambda\left(\mathrm{H} - \eta - \eta \log \frac{\mathrm{H}}{\eta}\right).$$

II. — *Calcul du travail dépensé et du travail produit dans le système atmosphérique anglais.*

» Soient L la longueur du tube, h la pression de l'air qu'il contient lors de la marche du convoi; le travail dépensé se composera d'abord de

$$\mathrm{T} = \mathrm{SL}\left(\mathrm{H} - h - h \log \frac{\mathrm{H}}{h}\right),$$

force employée à raréfier l'air du tube, depuis H jusqu'à h ; puis de la force

$$\mathrm{T}' = \mathrm{SL}(\mathrm{H} - h),$$

nécessaire pour faire reculer le piston P d'une longueur $\mathrm{L}' = \mathrm{L}$, supposée prise dans un tube additionnel, diminuée du travail T″ qui serait restitué par le piston P, revenant dans le tube L′, jusqu'à ce que l'air qu'il renferme soit

ramené de la pression h à celle H, travail qui a pour valeur

$$T = \int_{\frac{Lh}{H}}^{L} S\left(H - \frac{Lh}{x}\right)dx = SL\left(H - h - h\log\frac{H}{h}\right).$$

» Le travail dépensé est donc $(T + T' - T'')$, ou simplement $T' = SL(H-h)$, puisque $T'' = T$. Or, le travail réellement produit par le piston voyageur, entraînant le convoi, est aussi $SL(H - h)$. On conclut de là que, *dans le système anglais, le travail utilisable dépensé, tant que la machine marche, est exactement égal au travail produit.*

» Si l'on pose $h = \frac{1}{3}H$, on aura

$$T = \tfrac{1}{3}SLH(2 - \log 3), \quad SL(H - h) = \tfrac{2}{3}SLH.$$

Ainsi, le travail dépensé à faire le vide dans le tube, avant le départ du convoi, est au travail total, comme $(2 - \log 3)$ est à 2; ou bien, puisque le logarithme népérien de 3 est 1,09861, la durée de l'action de la machine est, au temps de parcours du convoi, comme 2 est à 1,09861, c'est-à-dire à peu près double, ou plus exactement comme 9 est à 5.

III. — *Calcul du travail dépensé et du travail produit dans le système de M. Arnollet.*

» Soient H la hauteur barométrique extérieure; h la force élastique de l'air raréfié dans les trois réservoirs, avant qu'ils soient mis en communication avec le tube de longueur L, et de section S; h' la pression moyenne qui s'établit dans le tube et les trois réservoirs, quand, leur communication étant établie, le convoi part; enfin, h'' la pression qui existe dans les réservoirs seuls, à l'arrivée du convoi. Chacun des trois réservoirs ayant la même capacité que le tube, nous supposerons, avec M. Arnollet,

$$H = 3h = 2h' = \tfrac{3}{2}h''. \tag{2}$$

» Le travail dépensé pour raréfier l'air des trois réservoirs, depuis H jusqu'à h, est, d'après la formule (1),

$$3SL\left(H - h - h\log\frac{H}{h}\right) = SLH(2 - \log 3). \tag{3}$$

Lorsque l'on ouvre la communication du tube avec les réservoirs, et que la pression moyenne $h' = \frac{1}{2}H$ s'établit, il en résulte une perte de force: en effet, on eût obtenu la même pression h' en raréfiant directement, de H à h'.

l'air contenu dans les trois réservoirs et le tube communiquant librement, ce qui n'eût exigé qu'une force de

$$(4)\qquad 4\mathrm{SL}\left(\mathrm{H} - h' - h' \log \frac{\mathrm{H}}{h'}\right) = \mathrm{SLH}(2 - \log 4),$$

et le nombre (3) surpasse (4) de

$$(5)\qquad \mathrm{SLH} \log \tfrac{4}{3},$$

travail utilisable qui se trouve perdu. On retrouve d'ailleurs cette perte en comparant, comme il suit, le travail produit avec le travail dépensé.

» Pour calculer le travail utilisé par le parcours du convoi sur le tube L, soient p la pression de l'air renfermé, à une époque quelconque du voyage, x la distance qui sépare alors le piston voyageur d'un fond fixe, situé à l'extrémité d'un tube additionnel de longueur 3L, placé au delà du point d'arrivée, et qui représentera en capacité les trois réservoirs; on aura

$$px = 2\mathrm{LH}, \quad \text{d'où} \quad \mathrm{H} - p = \mathrm{H}\left(1 - \frac{2\mathrm{L}}{x}\right),$$

et le travail utilisé sera

$$\int_{3\mathrm{L}}^{4\mathrm{L}} \mathrm{SH}\left(1 - \frac{2\mathrm{L}}{x}\right) dx = \mathrm{SLH}\left(1 - 2 \log \tfrac{4}{3}\right).$$

» Lorsqu'un convoi est passé, il faut raréfier l'air des trois réservoirs, depuis la pression $h'' = \frac{2}{3}\mathrm{H}$, jusqu'à la pression $h = \frac{1}{3}\mathrm{H}$; on obtiendra la valeur du travail nécessaire pour produire cet effet, en retranchant du nombre (3) la force qui raréfierait l'air des réservoirs de H à h''; ce qui donne

$$3\mathrm{SL}\left(\mathrm{H} - h - h \log \frac{\mathrm{H}}{h}\right) - 3\mathrm{SL}\left(\mathrm{H} - h'' - h'' \log \frac{\mathrm{H}}{h''}\right) = \mathrm{SLH}\left(1 - \log \tfrac{4}{3}\right).$$

» Ainsi, le passage de chaque convoi exige $\mathrm{SLH}(1 - \log\frac{4}{3})$ en travail utilisable dépensé, et ne reproduit que $\mathrm{SLH}(1 - 2\log\frac{4}{3})$; d'où résulte la perte (5) déjà trouvée. Or, en cherchant le logarithme népérien de $\frac{4}{3}$, on trouve

$$\log \tfrac{4}{3} = 0{,}28768,$$
$$1 - \log \tfrac{4}{3} = 0{,}71232,$$
$$1 - 2\log \tfrac{4}{3} = 0{,}42464,$$

et le dernier nombre est un peu plus petit que les $\frac{3}{5}$ du second.

» On conclut de là que, *dans le système atmosphérique proposé par M. Arnollet, le travail utilisable dépensé est au travail produit dans le rapport de* 5 *à* 3; en un mot, que *ce système occasionne une perte de force de* 40 *pour* 100.

IV. — *Calcul de la force des machines exigées par les deux systèmes.*

» Lorsque la vitesse des convois est de 60 kilomètres à l'heure, et que l'on adopte la traction de 13 kilogrammes par tonne, le travail produit, en une seconde de temps, par le passage d'un convoi de 117 tonnes, poids total, est équivalent à 13,117 ou 1521 kilogrammes élevés à $16^m,65$, ou à 25 350 kilogrammes élevés à 1 mètre.

» Ce dernier nombre, divisé par 75, donne exactement 338 chevaux pour la force d'une locomotive capable de faire parcourir, à un convoi de 117 tonnes, 5000 mètres en cinq minutes.

» Dans le système atmosphérique anglais, le même effet serait produit par une machine travaillant, sans perte de force utilisable, pendant neuf minutes; la force de cette machine devrait donc être $\frac{5.338}{9}$ ou 188 chevaux.

» Dans le système de M. Arnollet, en accordant un repos d'une heure et demie par jour, il resterait $22^h 30'$ ou 1350 minutes pour accumuler le travail nécessaire au passage de dix convois, 135 minutes pour chacun ou 27 fois le temps de son passage; rappelant que ce système perd 40 pour 100 du travail utilisable dépensé, on trouvera $\frac{5}{3}.\frac{338}{27}$, ou 21 chevaux, pour la force de la machine; exactement le neuvième de la machine anglaise. La section du tube, et par suite la capacité des réservoirs, devraient être au moins triples de celles que suppose M. Arnollet, puisqu'il s'agit d'une traction de 13 kilogrammes par tonne, au lieu de 4. »

NOMINATIONS.

L'Académie nomme, par voie de scrutin, une Commission de neuf membres chargée de l'examen des pièces admises au *concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de la fondation Montyon.*

MM. Rayer, Serres, Roux, Magendie, Duméril, Velpeau, Andral, Flourens et Milne Edwards réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mémoire sur l'extrémité céphalique du grand sympathique dans l'homme et les animaux mammifères; par* M. J.-M. Bourgery.

(Commissaires, MM. Magendie, Serres, Velpeau.)

L'auteur croit pouvoir déduire des recherches exposées dans son Mémoire les conclusions suivantes :

« 1°. Le grand sympathique, dont le cordon de continuité est simple de chaque côté, dans toute la longueur des deux grandes cavités thoracique et abdomino-pelvienne, à partir du ganglion cervical inférieur, se divise, avec les artères, à son extrémité cervico-céphalique, en deux courants nerveux : antérieur ou *carotidien*, et postérieur ou *vertébral*.

» 2°. L'*appareil nerveux vertébral* n'offre un certain volume, de manière à pouvoir être facilement étudié à l'œil nu, que dans son plexus d'origine, qui établit la communication du ganglion cervical inférieur et du plexus de l'artère sous-clavière avec les nerfs cérébro-spinaux du membre thoracique. Au delà, le plexus vertébro-basilaire ne peut plus être étudié qu'à l'aide du microscope.

» 3°. La ténuité microscopique de l'*appareil nerveux vertébro-basilaire* paraît tenir à ce que, ne fournissant pas, comme aussi les artères, d'anastomoses périphériques d'un certain volume, il forme uniquement la chaîne splanchnique de la masse encéphalique postérieure (cervelet et partie des lobes postérieurs du cerveau). Cette présomption se justifie par la comparaison de l'appareil nerveux vertébro-basilaire avec l'appareil carotidien, qui devient également microscopique sur les artères cérébrales antérieure et moyenne, c'est-à-dire au-dessus du point où il cesse de fournir des anastomoses périphériques avec le système nerveux cérébro-spinal.

» 4°. L'appareil nerveux microscopique vertébro-basilaire, par les qualités physiques de ses organes, blancheur éclatante, solidité, netteté de contour, et aussi par ses chaînes de petits ganglions et le canevas serré des réseaux nerveux intermédiaires, semble bien former un appareil distinct de tout le reste du système nerveux splanchnique. Les deux moitiés vertébrales du grand sympathique se montrent confondues sur le plan moyen dans la gaîne nerveuse du tronc basilaire, comme aussi les deux appareils nerveux basilaire et carotidien s'unissent mutuellement par la chaîne commune intermédiaire de l'artère communicante postérieure.

» 5°. L'appareil nerveux *cervico-thoracique antérieur*, ou *carotidien*, est beaucoup plus complexe. Élaguant la portion cervicale destinée à fournir des rameaux splanchniques et périphériques; à partir du canal carotidien de l'os temporal, où se trouvent deux petits ganglions, le courant nerveux céphalique, avant d'arriver au plexus caverneux, représente : 1° au-dessous des deux petits ganglions pétro-carotidiens, la chaîne de continuation du ganglion cervical supérieur, et ses anastomoses avec le pneumo-gastrique, le glosso-pharyngien, l'hypoglosse, le spinal et les deux premiers nerfs cervicaux; 2° au-dessus des ganglions carotidiens, la jonction du rameau tympanique du glosso-pharyngien et du petit nerf pétreux, établissant la communication avec les nerfs facial et acoustique.

» 6°. A son entrée dans le crâne le grand sympathique se compose de deux rameaux, origines premières du plexus caverneux, et de quatre filets, renfermés dans la dure-mère, qui vont concourir ultérieurement à former des plexus médians. Dans ces six rameaux se résument, de chaque côté, les communications avec tout le système nerveux splanchnique, et les anastomoses périphériques avec tous les nerfs rachidiens et les six derniers nerfs céphaliques. C'est dans le plexus caverneux lui-même que se trouvent les anastomoses avec les six premiers nerfs céphaliques, établissant eux-mêmes ultérieurement les communications centrales avec tous les appareils nerveux de la face, du cou, et même, en retour, avec les organes splanchniques par les pneumogastriques.

» 7°. Ce que l'on nomme le plexus caverneux se compose de trois éléments : 1° les grands rameaux de continuation du grand sympathique, issus des petits ganglions carotidiens; 2° une chaîne d'anastomoses formée par les six premiers nerfs céphaliques; 3° les plexus propres ou réseaux nerveux de l'artère carotide. Ces réseaux, pourvus de petits ganglions, sont les seuls véritablement microscopiques, de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{20}$ de millimètre de diamètre et au-dessous, les filets du grand sympathique et des anastomoses des nerfs céphaliques, de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{5}$ de millimètre, étant visibles à l'œil nu ou à une simple loupe.

» 8°. Les rameaux du grand sympathique adhèrent fortement au nerf moteur oculaire externe, en reçoivent des filets, puis se divisent en deux faisceaux, supérieur et inférieur à l'artère carotide. Ces rameaux se réunissent sur la face interne de la carotide, en un plexus pituitaire, et se terminent par quatre ou cinq filets qui pénètrent dans la glande pituitaire elle-même par ses deux faces, supérieure et inférieure. Du faisceau postérieur émanent, en outre, trois filets de terminaison sur les artères cérébrales; et du plexus pituitaire

procèdent des anastomoses avec le nerf optique et, je crois aussi, l'olfactif.

» 9°. La chaîne anastomotique des nerfs céphaliques qui environne comme une gaîne le nerf moteur oculaire externe sur lequel elle s'appuie, est formée de la jonction de filets provenant des troisième, quatrième, sixième paires, et surtout de la cinquième, et d'un petit ganglion qu'elle offre sur sa branche ophthalmique. Cette chaîne s'anastomose avec les faisceaux pituitaires du grand sympathique.

» 10°. De ces trois chaînes nerveuses, l'anastomose des nerfs céphaliques et les deux faisceaux pituitaires du grand sympathique, procèdent, de chaque côté, tant par des filets isolés que par des filets d'anastomose mutuelle, deux vastes plexus médians qui tapissent, à demi-épaisseur de la dure-mère, l'un la surface basilaire, l'autre la selle turcique. Les deux plexus basilaire et sus-sphénoïdal reçoivent isolément et en commun des filets ascendants du ganglion inférieur du canal carotidien, s'anastomosent l'un avec l'autre sur les côtés et au-dessus de la lame quadrilatère du sphénoïde, et communiquent avec le ganglion pituitaire lui-même par ses plexus latéraux.

» 11°. Tous ces filets nerveux dont le ganglion pituitaire est le centre, tant ceux des plexus latéraux caverneux et pituitaires que ceux des deux plexus médians, sont gris et très-mous. Aussi les rameaux du grand sympathique, et même les nerfs céphaliques, surtout le trijumeau, prennent-ils bien évidemment, en regard de leur origine, le caractère ganglionnaire.

» 12°. La glande pituitaire, en raison de ses rapports, se révèle un organe de première importance physiologique. D'une part, environnée de plexus nerveux, elle se trouve des deux côtés le centre de convergence du grand sympathique, des anastomoses des nerfs céphaliques, et des plexus latéraux et médians qu'ils forment en commun; d'autre part, outre la tige bien connue de l'infundibulum qui la met en rapport avec le *Tuber cinereum* et la surface du troisième ventricule cérébral, elle émet, tant de sa surface que de ce prolongement, trois groupes de filets qui vont se continuer directement avec les nerfs des artères communicantes postérieures, carotides et cérébrales antérieures. Si donc à ces caractères on ajoute sa composition organique, formée de deux substances nerveuses grise et blanche, et sa grande vascularité, on ne peut guère s'empêcher de la considérer comme un ganglion du grand sympathique, ainsi que l'ont fait Gall, MM. de Blainville, Thierry et Bazin.

» 13°. Ainsi donc, en traduisant physiologiquement sa disposition anatomique, le ganglion pituitaire semble jouer, par rapport au cerveau et aux nerfs céphaliques, surtout les six premiers, le même rôle que les ganglions

intervertébraux (cervicaux, dorsaux, lombaires et sacrés) jouent par rapport à la moelle épinière et aux nerfs spinaux. Et ce rôle serait celui de nœud de jonction des centres nerveux et des cordons périphériques de la vie animale, avec les centres nerveux et les plexus ganglionnaires de la vie organique.

» 14°. Tous ces faits d'anatomie, empruntés de l'homme, se retrouvent, quoique plus simples, avec des détails analogues, dans les animaux mammifères.

» 15°. En résumé, comme dernier résultat de ce travail, la supposition tant débattue de l'anastomose d'un côté à l'autre, de l'extrémité céphalique du grand sympathique, se résout par l'affirmative, mais avec une complication dans les rapports qui n'offre pas moins d'intérêt en physiologie qu'en anatomie.

» Au lieu d'un seul cordon céphalique il y a en deux, vertébral et carotidien, offrant cinq modes de terminaison auxquels s'associent les nerfs céphaliques et la glande devenue ganglion pituitaire. Dans ce mystérieux conflit anatomique des divers organes nerveux groupés dans la région médiane sphénoïdale de la base du crâne, les rapports, autant que l'on peut en juger, ne sont pas moins féconds suivant que l'on considère ces organes isolément ou dans la chaîne de liaison qu'ils forment par leurs anastomoses.

» Considérés isolément :

» 1°. Le ganglion pituitaire, céphalique ou sus-sphénoïdal, semble proprement l'intermédiaire ou l'organe de réunion de la masse encéphalique, c'est-à-dire des centres nerveux psychologiques et instinctifs et des nerfs céphaliques, leurs agents les plus actifs, avec le grand sympathique qui résume, de son côté, tout le système nerveux splanchnique. Toutefois, la masse relative du ganglion pituitaire, beaucoup plus considérable dans l'animal que dans l'homme, et aussi le nombre et le grand volume des rameaux que ce ganglion reçoit des deux cordons latéraux du grand sympathique, paraîtraient bien démontrer qu'il appartient plus spécialement au système nerveux de la vie organique, dont il constitue la masse centrale ganglionnaire céphalique.

» 2°. Le grand sympathique présente une signification différente dans ses quatre espèces de terminaison.

» La principale, ou au moins la plus volumineuse, et qui semble la suture du système nerveux splanchnique avec la masse encéphalique, s'effectue dans le ganglion pituitaire.

» Celle qui forme les deux plexus médians a pour objet l'anastomose ou

la jonction, en dehors du ganglion central, des deux moitiés latérales du grand sympathique.

» La terminaison apparente sur les artères cérébrales peut être considérée plutôt comme une origine, et ne serait autre que l'appareil nerveux viscéral propre de la masse encéphalique, relié, au milieu, comme tous les plexus extra-viscéraux, avec l'amas ganglionnaire central, qui est ici le ganglion pituitaire, mais comme ces plexus aussi, continu sur les artères avec la grande chaîne commune du grand sympathique.

» La dernière terminaison du grand sympathique consiste dans ses anastomoses avec les filets gris émanés des nerfs céphaliques.

» 3°. Quant aux nerfs céphaliques, les quatre derniers ont autant de rapports avec le ganglion cervical supérieur qu'avec les ganglions temporo-carotidiens. Le facial et l'acoustique communiquent avec les rameaux de ces ganglions. Le plexus gris des six premiers nerfs céphaliques n'a pas moins de connexion avec le ganglion pituitaire qu'avec le grand sympathique. Quoique les six nerfs céphaliques, ganglionnaires le long du sinus caverneux, concourent à la formation du plexus commun, c'est le trijumeau qui en est l'origine principale ou le foyer, dont les nombreux filets gris s'adjoignent tous les autres à leur passage. Sous ce rapport, ce nerf paraît bien une annexe du grand sympathique, intermédiaire entre les deux systèmes nerveux ganglionnaire et cérébro-spinal, et justifie par sa structure non moins que par ses rapports anatomiques, le surnom de *nerf petit sympathique*, qui lui a été donné par les physiologistes.

» Enfin, considérés d'ensemble, dans leur chaîne commune de liaison, les trois genres d'organes nerveux de la région sus-sphénoïdale offrent sept variétés d'anastomoses.

» A. Pour le même côté, d'avant en arrière, la jonction, par les artères communicantes postérieures, des deux appareils nerveux carotidien et vertébral.

» B. D'un côté à l'autre, six espèces d'anastomoses sur le plan moyen.

» Pour le courant vertébro-basilaire :

» 1°. Des deux appareils vertébraux dans la gaîne médiane du tronc basilaire.

» 2°. Des gaînes des artères communicantes postérieures avec l'infundibulum.

» Et pour le courant carotidien et le plexus des six premiers nerfs céphaliques, tant par leurs filets isolés que par leurs filets unis :

» 3°. Le vaste plexus basilaire.

» 4°. Le plexus sus-sphénoïdal et les plexus latéraux pituitaires, anastomosés avec le précédent, et en communication eux-mêmes avec le ganglion central.

» 5°. L'immersion en commun, dans le ganglion pituitaire ou céphalique, des faisceaux du grand sympathique et des filets gris des nerfs céphaliques.

» 6°. La réunion médiane, sur l'artère communicante antérieure, des derniers rameaux du grand sympathique, anastomosés eux-mêmes de chaque côté sur les artères carotide et cérébrales avec les filets émanés du ganglion pituitaire, de l'infundibulum et du plexus des nerfs céphaliques.

» Dans cet ensemble, ce n'est pas moins que tous les points de la masse encéphalique, et les origines des nerfs propres de la face, mis en communication avec l'extrémité céphalique du système nerveux splanchnique; et, si l'on y ajoute la chaîne entière du grand sympathique et de ses annexes, c'est tout le système nerveux central cérébro-spinal en rapport, point par point, avec tout le système nerveux splanchnique. L'anatomie complète ici positivement l'image du canevas sphérique, sans commencement ni fin, que figure le système nerveux dans l'organisme.

» Cette disposition anatomique me semble d'une haute importance. L'étroite connexion mutuelle du ganglion pituitaire et du grand sympathique entre eux et avec les nerfs céphaliques et l'encéphale, vient donner à tous ces organes une signification, tant partielle que d'ensemble, qui rend solidaires les unes des autres, et relie en un seul organisme toutes les parties des deux grands systèmes nerveux de la vie organique et de la vie animale. Et suivant que l'on considère les organes nerveux isolés ou réunis, cette double disposition de demi-indépendance ou de solidarité se prête, en physiologie, à un jeu multiple des combinaisons les plus variées. Elle montre clairement la raison anatomique du *consensus*, aussi prompt que l'éclair, qui se manifeste entre tous les organes nerveux, et surtout entre les organes céphaliques. Elle motive cette influence caractéristique des affections viscérales sur la physionomie, d'où résulte le *facies* propre à chacune d'elles. Si elle n'explique pas dans leurs causes, elle suit au moins dans leurs trajets, par des communications nerveuses, c'est-à-dire qu'elle traduit et localise matériellement les brusques substitutions mutuelles et si variées d'une névralgie à une autre, du même côté ou entre des côtés différents, à proximité ou à distance, d'un nerf cérébro-spinal à son congénère, à un nerf du même genre, ou même à un nerf splanchnique. Elle fait comprendre ces enchaînements si funestes des phlegmasies, causes secondaires les unes des autres; elle explique l'intervention si commune et si

redoutée des accidents cérébraux; enfin elle donne la raison de tous ces retentissements si fréquents et si rapides d'une surface nerveuse à une autre, qui jouent un si grand rôle en physiologie et en médecine. Mais surtout, et c'est là le point essentiel, parce que c'est le fait le plus général auquel se subordonnent tous les autres, cette liaison des centres nerveux psychologiques et de leurs agents avec les organes de la vie végétative, jette une vive lumière sur ces mille influences réciproques et perpétuelles du physique et du moral, causes incessantes de troubles fonctionnels, c'est-à-dire de maladies et de complications qui rendent si complexes la physiologie et la médecine de l'homme. C'est quelque chose, à ce qu'il me semble, que de dépouiller de leur caractère mystérieux tant de phénomènes si graves et si remarquables que, faute d'une liaison nerveuse connue en anatomie, on avait, jusqu'à présent, si vaguement englobés sous la dénomination générique de *sympathies*. Non pourtant que ce mot, dont on a tant abusé, ou son équivalent, puisse être encore, par les seuls progrès de l'anatomie, entièrement banni de la science; dans une chaîne continue on ne voit point de raison anatomique pour que les effets secondaires, ou les échos de sensibilité, se restreignent d'une surface à une autre. Il faudrait donc encore avoir recours aux sympathies, c'est-à-dire aux rapports de sensibilité spéciale entre les nerfs, si l'on voulait expliquer, soit l'action élective des causes morbides et des agents thérapeutiques, soit les influences mutuelles entre les organes formés d'un même tissu; et si l'on cherchait à se rendre compte pourquoi, entre des tissus différents, dans le jeu multiple des fonctions et dans les désordres variés des maladies, les effets dits *sympathiques*, dans une circonstance donnée, s'opèrent invariablement de telle à telle surface nerveuse plutôt que de telle à telle autre. Mais si l'anatomie, par ses seules lumières, est impuissante à éclairer du même coup, avec les corrélations et les mystères des fonctions, les réactions secondaires et les complications des maladies, du moins est-ce déjà beaucoup que, venant en aide à la physiologie et à la médecine, elle puisse leur montrer les voies par lesquelles s'accomplissent tant de phénomènes si complexes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE. — *Nouveau Mémoire sur la glucosurie ou diabète sucré; par* M. BOUCHARDAT; 1re partie. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« 1. C'est en déterminant par la balance la quantité de chaque aliment

prise par les malades dans les vingt-quatre heures, c'est en mesurant la quantité d'urine rendue dans le même espace de temps, c'est en fixant la proportion de glucose contenue dans cette urine, que j'ai établi, dans mon premier travail sur le diabète, la relation entre la proportion des féculents ingérés par les diabétiques et le glucose contenu dans leurs urines. Je donne, dans ce Mémoire, de nombreux exemples qui confirment complétement cette découverte.

» 2. Quelques personnes se sont fait une idée fort incomplète de mes travaux sur la glucosurie: des médecins m'ont fait dire que ma méthode de traitement consistait principalement dans l'indication du régime animal exclusif; rien n'est moins exact, comme je le démontre dans mon travail. Le point sur lequel j'ai insisté surtout, et qui, en effet, doit de prime abord fixer l'attention, c'est la nécessité pressante, pour les malades atteints de glucosurie, de supprimer ou au moins de diminuer beaucoup la somme des féculents ingérés; mais, ce qui n'a pas une importance pratique moindre, c'est la nécessité de remplacer les aliments féculents nuisibles par d'autres aliments du même ordre physiologique.

» Les féculents et les sucres appartiennent à ce groupe de substances qu'on est convenu d'appeler aujourd'hui les aliments de la respiration; il est donc indispensable de choisir dans ce même groupe les aliments qui doivent remplacer les féculents que le glucosurique ne peut utiliser; les *boissons alcooliques* et les *corps gras,* voilà les substances que j'ai adoptées et sur l'emploi desquelles j'ai toujours insisté.

» 3. Dans mon premier Mémoire sur le diabète, présenté à l'Académie des Sciences le 12 mars 1839, j'ai indiqué qu'il existait de la diastase dans l'estomac des personnes affectées de cette maladie. Je décris, dans le Mémoire que je présente aujourd'hui, les moyens que j'ai employés pour l'obtenir à l'état de pureté. Le procédé que j'ai mis en usage est exactement calqué sur celui que M. Payen a donné pour extraire la diastase de l'orge germé; j'obtiens ainsi une substance qui ne diffère en rien de la diastase de l'orge. Les propriétés dissolvantes de ces matières, provenant d'origine si différente, sont exactement pareilles. Comme la diastase ordinaire, celle qui provient de l'estomac du glucosurique perd toute son action lorsqu'elle est exposée en dissolution à une température de 100 degrés; sa propriété dissolvante est également entravée par les substances qui entravent les propriétés dissolvantes de la diastase, et dont j'ai fait connaître l'action dans mon Mémoire sur la fermentation glucosique. La diastase des glucosuriques est composée d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote; je n'ai pas trouvé une

seule propriété à cette substance qui ne convienne à la substance extraite par M. Payen de l'orge germé, je les regarde donc comme identiques.

» Il me reste à faire connaître les précautions à l'aide desquelles j'ai pu extraire la diastase à l'état de pureté. Dans plusieurs cas, je n'avais pu l'obtenir aussi active que celle de l'orge germé, parce que je n'avais pu moi-même recueillir les matières des vomissements, et les isoler comme il convient de le faire. Le 11 mai 1844, il entra à l'Hôtel-Dieu, dans la salle Sainte-Magdeleine, un homme nommé Debout (Pierre), très-fortement affecté de glucosurie. Deux jours après son arrivée, M. Honoré lui prescrivit de l'ipécacuanha en poudre, à dose vomitive. Cet émétique fut pris le matin à jeun; quelques minutes après, le malade avala deux verres d'eau tiède, et il rendit bientôt, par les vomissements, une égale quantité d'un liquide limpide, qui fut jeté immédiatement sur un filtre, et le produit de la filtration reçu dans de l'alcool rectifié.

» La diastase qui a été extraite des premiers vomissements était parfaitement pure; celle qui fut donnée par les vomissements suivants était infiniment moins active. Au bout de quelques mois ce malade sortit de l'hôpital dans un état très-satisfaisant; mais, ne pouvant se soigner chez lui convenablement, il retomba bientôt et entra à l'Hôtel-Dieu, le 19 novembre; on lui administra encore, quelques jours après son entrée, un émétique, et je pus extraire de ses premiers vomissements de la diastase très-pure.

» Existe-t-il dans le suc gastrique, sécrété dans l'estomac de l'homme ou des animaux bien portants, une substance jouant le rôle de diastase? J'ai expérimenté avec beaucoup de soin l'action du suc gastrique normal et des premières matières des vomissements d'un homme à jeun et en santé, soit sur la fécule intacte, soit sur la gelée d'amidon, soit sur du pain, et je n'ai jamais pu y découvrir la moindre action dissolvante spécifique. Tout ce que j'ai vu à cet égard est parfaitement conforme aux expériences consignées dans l'ouvrage de M. Blondlot et dans notre Mémoire sur la digestion des féculents. Ainsi pour moi c'est un fait pathologique, et non un fait physiologique, que l'existence de la diastase dans le suc gastrique.

» 4. La question la plus importante qui se rapporte au sang des malades affectés de glucosurie est celle qui a trait à l'existence du glucose dans ce sang. Je crois avoir donné, dans mon premier Mémoire, des expériences et des raisonnements qui tranchent cette question controversée; voici une réflexion et des faits que je crois utile de faire connaître.

» Il est une raison très-importante et qui a pu induire en erreur les observateurs qui se sont occupés de rechercher le glucose dans le sang des gluco-

suriques, et qui n'en ont pas trouvé. Le plus souvent, les médecins qui envoient aux chimistes le sang pour l'analyser, attendent vingt-quatre heures pour laisser se former le caillot; pendant ce temps le glucose existant dans le sang peut se convertir en acide lactique. Pour vérifier cette conjecture, j'ai séparé en deux parties du sang glucosurique: la première moitié, analysée immédiatement, m'a donné des traces de glucose; la seconde moitié ne m'en a plus donné le moindre indice après vingt-quatre heures.

» Les occasions où il est utile de saigner les malades affectés de glucosurie sont très-rares, selon moi; cependant cette maladie s'observe quelquefois chez des sujets pléthoriques qui sont tourmentés par des congestions sanguines du côté de l'encéphale; la saignée peut alors être indiquée : voici comme je m'y prends aujourd'hui pour rechercher le glucose.

» Je reçois le sang, au sortir de la veine, dans un flacon gradué contenant quatre fois autant d'alcool rectifié que je dois recueillir de sang. Quand les matières solides du sang sont précipitées, je décante le liquide surnageant, j'exprime le dépôt et je filtre; et, après avoir enlevé l'alcool par distillation, j'achève l'évaporation du liquide au bain-marie. Je reprends le résidu par de l'eau distillée, je filtre et j'évapore aussitôt, jusqu'en consistance sirupeuse. Quelles que soient les précautions que j'aie prises, je n'ai jamais pu extraire du sang du glucose cristallisé. Dans le liquide aqueux décoloré au noir, j'ai cherché, à l'aide de l'appareil de M. Biot, le caractère rotatoire, je n'ai jamais pu le constater; mais le réactif de Frommeherz, l'emploi de la levure de bière me fournirent des preuves aussi nettes que décisives de la présence du glucose.

» 5. J'ai comparé l'alcalinité du sang des malades affectés de glucosurie et des personnes en santé, et je n'ai trouvé aucune différence.

» 6. Les malades affectés de glucosurie meurent quelquefois lentement, souvent aussi ils sont frappés de mort subite. Dans ces deux conditions, je n'ai plus trouvé de glucose, ni dans l'appareil digestif, ni dans le sang, ni dans l'urine; je relate dans mon Mémoire deux observations très-remarquables qui se rapportent à ce fait. Il s'agit de deux malades affectés de glucosurie à un haut degré; les urines de l'un des deux contenaient même 135gr,71 de glucose par litre la veille de sa mort; et, quoiqu'il ait été emporté par une maladie de huit heures, l'urine contenue dans sa vessie, à l'heure de sa mort, n'en renfermait aucune trace; son estomac était cependant rempli d'aliments féculents dont la digestion avait été subitement interrompue. La sécrétion de la diastase, dans l'estomac du glucosurique, s'interrompt aussitôt qu'une maladie incidente grave survient.

» 7. Les glucosuriques digèrent-ils les féculents comme les personnes en santé, ainsi qu'on l'a prétendu ; ou bien existe-t-il des différences fondamentales, comme je l'ai avancé ? La soif des malades affectés de glucosurie est en raison directe des aliments féculents qu'ils ingèrent ; on n'observe rien de pareil chez les personnes en santé : le phénomène de la soif chez les glucosuriques est donc lié avec la digestion des féculents. La quantité d'eau nécessaire à un glucosurique pour lui permettre de digérer la fécule est précisément égale à celle qu'il faut joindre à la diastase pour convertir la fécule en glucose. Si l'on fait vomir un homme en santé et à jeun, la matière des premiers vomissements, mêlée au pain, n'exercera qu'une action dissolvante très-faible ; les matières des vomissements des glucosuriques exercent, au contraire, une action dissolvante très-remarquable, et du glucose peut être décelé avec facilité dans ces solutions. Si l'on recueille les matières vomies par un homme en santé, qui, deux ou trois heures auparavant, a pris un repas féculent, on ne trouvera dans ces matières que des quantités très-faibles de glucose. Si, au contraire, on fait vomir un glucosurique deux heures après un repas féculent, on démontrera avec facilité la présence d'une proportion très-notable de glucose dans ces matières vomies. De ces faits, je conclus que les glucosuriques digèrent autrement les féculents que les personnes en santé. Je pourrais ajouter encore qu'à l'état de santé, l'homme ne digère pas, ou très-mal, la fécule crue, et que j'ai observé deux glucosuriques chez lesquels les grains de fécule étaient aussi facilement attaqués que chez les animaux granivores.

» 8. L'expérimentation directe sur les animaux est venue donner aux faits que je viens d'exposer une nouvelle consécration. Les limites dans lesquelles ces expériences réussissent sont, il faut l'avouer, extrêmement restreintes ; mais on comprendra sans peine qu'il est très-difficile d'instituer des expériences où les conditions qui existent chez un malade atteint de glucosurie soient exactement et continûment remplies.

» J'ai, dans les sept expériences que j'ai relatées dans mon Mémoire, fait avaler à quatre chiens et à trois lapins un repas féculent copieux, après avoir mélangé de la diastase à ces féculents, et, dans cinq expériences sur sept, la présence du glucose a été constatée dans les urines ; et je dois ajouter, pour donner à ces faits toute leur valeur, qu'à plusieurs reprises j'ai analysé les urines de ces mêmes animaux, après des repas simplement féculents, et que jamais je n'y ai trouvé la moindre trace de glucose.

» 9. Les moyens hygiéniques dominent, selon moi, le traitement de la glucosurie ; ceux qui ont le plus d'importance se rapportent à l'alimentation, aux vêtements, à l'exercice.

» La première règle à observer dans l'alimentation d'un malade affecté de glucosurie, c'est la suppression, ou au moins une diminution considérable dans la quantité d'aliments féculents. Cette suppression ou cette diminution forme la base du traitement. Les aliments qui doivent être permis sont très-nombreux, j'en fais l'énumération dans mon Mémoire. Il n'est pas nécessaire de conseiller aux malades affectés de glucosurie une nourriture exclusivement animale; il est de beaucoup préférable de varier le régime autant que possible, pour ne point causer le dégoût et l'anorexie. La privation de pain et d'aliments féculents est vivement sentie par les malades affectés de glucosurie, et, si on ne trouvait le moyen de tromper ce désir, très-peu résisteraient à cette incessante tentation. Depuis plus de trois ans que j'emploie le pain de gluten, son utilité ne s'est jamais démentie; c'est un adjuvant qui m'a été précieux dans un grand nombre de cas de glucosurie. Quelques personnes ont voulu trouver dans le pain de gluten un remède exclusif; telle n'a jamais été ma pensée : j'ai cherché uniquement un aliment qui pourrait remplacer le pain sans avoir ses inconvénients pour ces malades, et ce but, je crois l'avoir atteint.

» Le vin joue un rôle considérable dans le traitement de la glucosurie, et j'ai la ferme conviction que j'ai rendu à ces malades un service peut-être aussi grand, en remplaçant pour eux les aliments féculents par les boissons alcooliques, qu'en démontrant que l'abstinence des féculents leur était indispensable.

» **10.** Les médicaments jouent un rôle secondaire dans le traitement de la glucosurie; j'ai pu, comme je l'expose dans les observations particulières, soigner heureusement plusieurs malades qui n'ont eu recours qu'aux modificateurs hygiéniques; cependant j'ai souvent éprouvé que le carbonate d'ammoniaque, aidé d'une préparation opiacée, tonique et stimulante, contribuait puissamment, dans les cas rebelles, à ramener à l'état normal les urines des glucosuriques.

» **11.** Dans mon Mémoire sur la fermentation glucosique, j'ai étudié avec détail l'influence de divers agents sur l'action de la diastase sur l'amidon. Ces recherches étaient entreprises dans le but d'éclairer le traitement de la glucosurie; en effet, si ce que j'ai observé sur la nature de cette maladie est exact, en employant convenablement les agents qui s'opposent à la transformation glucosique, on peut espérer aussi empêcher cette transformation dans l'estomac. La solution de ce problème aurait surtout de l'importance pour les malades qui, forcés de travailler pour vivre, ne peuvent, avec leurs forces épuisées, gagner un salaire suffisant pour pourvoir aux dépenses

extraordinaires et journalières qu'impose le traitement hygiénique, qui seul est constamment efficace. Quelles sont les substances qui s'opposent à la fermentation glucosique, et qu'on peut impunément introduire dans l'estomac en proportion modérée, lorsqu'elles sont convenablement étendues d'eau? Si l'on consulte mon Mémoire, on trouve les alcalis caustiques, potasse et soude, les terres alcalines, chaux et magnésie, les acides puissants, tels que le sulfurique, le nitrique, le phosphorique, le chlorhydrique, l'oxalique, l'alun. Si l'on consulte maintenant les auteurs qui ont écrit sur ce sujet, on voit que toutes les substances propres à entraver la transformation glucosique, et qui peuvent être impunément introduites dans l'estomac, ont été préconisées par de graves autorités, et plusieurs observateurs sont souvent d'accord sur leur efficacité. Ces faits concordent parfaitement avec les opinions que j'ai exposées, et cependant je dois dire que j'ai répété tous ces essais avec une grande persévérance : l'observation attentive m'a montré qu'aucun de ces agents n'avait une utilité absolue. Dans les cas les plus heureux, je n'ai observé qu'une simple diminution dans les symptômes; je dois ajouter que ces essais étaient toujours dirigés contre des glucosuries rebelles. Ces résultats négatifs se comprennent facilement; en effet, lorsqu'on emploie les alcalis ou les terres alcalines, les acides continuellement sécrétés dans l'estomac les ont bientôt neutralisés, et leurs effets sont anéantis. Quand on donne la préférence aux acides forts, on est contraint de les prescrire à un état de dilution tel, que leur influence retardatrice est beaucoup moins puissante, et puis les liquides qui affluent dans l'estomac les ont bientôt encore étendus davantage, et leur action est alors très-limitée. Quoi qu'il en soit, si dans l'application on trouve des difficultés, comme le principe est exact, il faut espérer de bons résultats en suivant cette voie. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse de* MM. **Bouchardat** *et* **Sandras** *à la nouvelle réclamation de* M. Mialhe, *insérée dans le* Compte rendu *de la séance dernière.*

« Le 20 janvier, nous avons eu l'honneur de lire à l'Académie notre Mémoire sur la digestion des féculents ; dans la séance suivante, M. Mialhe a adressé une réclamation à laquelle nous avons répondu dans celle du 3 février. M. Mialhe a répliqué dans la séance suivante : nous pensions que cette discussion était épuisée; mais M. Mialhe revient encore sur le même sujet. Nous ne comprenons rien à cette nouvelle réclamation, en présence de la déclaration positive que nous avons faite : *Que nous n'avons jamais eu la prétention de nous attribuer les idées émises par M. Mialhe.* Nous ajoutions,

il est vrai, que ces idées n'appartenaient pas plus à lui qu'à nous; qu'elles avaient reçu, il y a plus de vingt ans, une démonstration expérimentale par M. Chevreul, et qu'on les avait si bien appliquées, avant M. Mialhe, à la destruction des matières organiques dans le sang, que MM. Dumas et Boussingault avaient dit, en faisant allusion à ce travail de M. Chevreul : *C'est à M. Chevreul que l'on doit attribuer la véritable théorie de la respiration des animaux*. (Statique chimique des êtres organisés, 3e édition, dernière page.)

» Au reste, pour clore ce débat, nous renvoyons à la Note insérée dans le *Compte rendu* du 15 avril 1844, qui se rapporte à ce sujet, et où se trouvent, comme M. Mialhe le dit, *ses idées, ses recherches, ses théories* sur l'action des alcalis sur les matières sucrées et amiloïdes, et à notre Mémoire que nous avons cité en commençant. Nous avons continué nos recherches sur la digestion, et nous soumettrons prochainement à l'Académie les résultats que nous avons obtenus. »

(Renvoi à la Commission nommée pour le Mémoire de M. Mialhe.)

CHIMIE. — *Note relative à une communication récente de* MM. Danger *et* Flandin, *et à diverses autres communications des mêmes auteurs sur la recherche des poisons minéraux introduits dans l'économie; par* M. Orfila.

« En rendant compte de la séance de l'Académie de lundi dernier, un journal annonce, d'après MM. Flandin et Danger, que l'inventeur d'un certain rob aurait été condamné par les tribunaux, parce que les experts, ayant fait usage de la pile de Smithson, auraient conclu à l'existence du mercure dans ce rob, alors que cet instrument, mal employé par ces experts, ne pouvait donner que des résultats fautifs.

» J'étais rapporteur de la Commission chargée d'examiner ce rob, et j'affirme que tout cela est controuvé. Avant la rédaction du Rapport, les experts savaient très-bien que la pile de Smithson, employée comme l'avait indiqué son auteur, était un appareil infidèle; ils savaient aussi que le rob dont il s'agit ne contenait pas un atome de mercure. Il me suffira, pour justifier mon assertion, de citer textuellement la première conclusion du Rapport rédigé le 1er mai 1829, et signé par MM. Pelletier, Chevallier et moi. Voici cette conclusion :

« 1°. Ni le sirop dépuratif régénérateur du sang, ni le rob antisyphilitique, ni la mixture, débités par M. ***, *ne contiennent aucune préparation*

» *mercurielle* ni aucune substance vénéneuse. » (*Voyez* au greffe de la Cour royale. Pièce enregistrée sous le n° 6925. Année 1829, 16 juin.)

» Peu de temps après la rédaction du Rapport, je publiai un travail sur la pile de Smithson, daus lequel je faisais connaître les diverses causes d'erreurs auxquelles pouvait donner lieu l'emploi de cette pile, ainsi que les précautions qu'il importait de prendre pour éviter ces erreurs; ces précautions sont exactement les mêmes que celles qui viennent d'être indiquées par MM. Flandin et Danger seize ans plus tard. L'Académie pourra s'en convaincre en lisant mon Mémoire, inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique* (tome XLI, page 92, année 1829), et tous les ouvrages que j'ai publiés depuis cette époque.

» Qu'il me soit permis à cette occasion d'adresser à l'Académie la prière de vouloir bien hâter la présentation du Rapport de la Commission chargée de lui rendre compte des travaux de MM. Flandin et Danger. Des erreurs graves ont été débitées par ces messieurs, et bien des faits ont été donnés par eux comme nouveaux, quoique je les eusse publiés depuis longtemps. En propageant ces erreurs, la presse quotidienne tend à faire accepter comme vrai ce qui ne l'est pas; les jurés et les magistrats ne savent plus quel parti prendre au milieu d'assertions aussi contradictoires.

» Déjà, dans deux de mes communications, j'ai appelé l'attention de l'Académie sur ce point, et je me suis mis à sa disposition pour démontrer l'exactitude de ce que j'avais avancé. Il appartient à un corps savant aussi haut placé dans l'opinion publique, de substituer la vérité à l'erreur, et de rendre à chacun ce qui lui est dû. »

(Renvoi à la Commission des poisons minéraux.)

M. **Barse** adresse des remarques critiques sur diverses communications de MM. *Danger* et *Flandin*, relatives à des moyens destinés à faire reconnaître la présence de poisons minéraux introduits dans l'économie animale. M. Barse, d'une part, soutient que ces deux auteurs se sont attribué des découvertes qui réellement appartiennent à d'autres, comme lorsqu'ils ont annoncé, en 1842, pour fait nouveau, la concentration des poisons dans le foie, bien que le fait eût été publié, dès l'année 1840, par M. Orfila; de l'autre part, il combat, comme inexactes, certaines propositions qu'il dit avoir été soutenues par eux; telles sont les suivantes : 1° que, sans contenir d'arsenic, certaines taches peuvent offrir les caractères physiques et la plupart des réactions chimiques des véritables taches arsenicales; 2° que les terrains des cimetières ne

contiennent point d'arsenic; 3° que les animaux empoisonnés n'urinent point; 4° qu'il n'existe point de cuivre dans les organes de l'homme à l'état normal; 5° que dans le sang des animaux empoisonnés, on ne retrouve point le poison; enfin il proteste également contre cette assertion que, dans les expertises judiciaires, il est préférable de fractionner les matières, et qu'il suffit, par exemple, d'opérer sur 100 grammes d'un foie pour constater la présence d'un poison.

(Renvoyé à l'examen de la Commission des poisons minéraux.)

M. Guillon demande qu'un *lithotriteur* et une *sonde évacuatrice*, qu'il avait déjà précédemment présentés à l'Académie, soient admis au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie Montyon. Après avoir rappelé les applications qu'il a faites de ces deux instruments, employés concurremment, en présence de la Commission qui lui avait été d'abord désignée, il insiste sur les dispositions qui rendent, suivant lui, son brise-pierre préférable à ceux qu'on employait auparavant.

« Les différences consistent, 1° dans la forme des cuillers; 2° dans l'armature et dans l'arrangement du levier qui permet d'agir avec une force de pression suffisante pour éviter, dans presque tous les cas, la percussion, mode d'action très-pénible pour le malade, et qu'il faut toujours chercher à éviter; 3° par la présence d'une pièce centrale, l'*évacuateur*, au moyen de laquelle, sans retirer le lithotriteur de la vessie, on dégage ses mors de tout le détritus qui s'y accumule. L'addition de cette pièce, ajoute l'auteur, offre un double avantage : d'une part, elle permet ainsi de rendre au lithotriteur, avant sa sortie de la vessie, le volume qu'il avait lorsqu'on l'y a introduit; de l'autre, elle diminue la gravité d'un accident qui n'est pas rare, la rupture de l'instrument. Si, en effet, sous une très-forte pression, la branche femelle vient à se briser, le fragment est retenu par l'évacuateur qui en rend l'extraction facile. »

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. Siret, dont les recherches concernant la *désinfection des matières fécales* ont été, au dernier concours pour le prix des Arts insalubres, jugées dignes d'une récompense, adresse aujourd'hui une Note sur un perfectionnement qu'il croit avoir apporté à son procédé.

« Traitées par le sulfate de fer, les matières fécales sont, dit-il, instantanément désinfectées, ainsi que je l'avais annoncé, et comme l'a reconnu la

Commission à l'examen de laquelle mon procédé a été soumis; mais les parties gélatineuses et albumineuses, qui sont des parties constituantes de ces fécès, échappent à l'action de ce sel, et les nouveaux composés auxquels elles donnent naissance occasionneraient plus tard des exhalaisons fâcheuses si l'on ne parvenait à en prévenir la fermentation; or, j'ai reconnu qu'on atteint complétement ce but en ajoutant à la masse préalablement désinfectée par le sulfate de fer une certaine proportion de chaux vive en poudre. »

(Commissaires, MM. Dumas, Regnault, Payen.)

M. **Villeneuve** soumet au jugement de l'Académie un appareil qu'il désigne sous le nom de *congélateur*, et au moyen duquel on peut faire en tous lieux et en toutes saisons de la glace artificielle. « L'utilité de cet appareil, fait remarquer M. Villeneuve, n'est pas bornée aux seuls besoins de l'économie domestique, et elle est encore plus manifeste pour les besoins de la médecine et de la pharmacie. »

(Commissaires, MM. Pouillet, Babinet, Francœur.)

M. **Morel-Lavallée** adresse pour le même concours un travail ayant pour titre: *Faits cliniques pour servir à la physiologie normale et pathologique de l'appareil respiratoire.*

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Rabet** demande que de précédentes communications qu'il a faites sur une *Méthode pour apprendre à lire aux sourds-muets et pour réformer la prononciation des bègues*, soient admises au concours de Médecine et de Chirurgie.

(Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

M. **Patot**, qui avait précédemment envoyé divers Mémoires d'économie rurale et d'économie domestique, dont deux étaient relatifs à des moyens pour prévenir les ravages de certains insectes, demande qu'un entomologiste fasse partie de la Commission qui aura à faire un Rapport sur ces Mémoires. En même temps qu'il adresse cette demande, M. Patot présente un nouveau Mémoire relatif à des *moyens propres à augmenter la quantité des engrais et à les rendre plus actifs.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle est adjoint M. Milne Edwards.)

CORRESPONDANCE.

M. **Flourens** présente, au nom des auteurs, MM. **Debouttevillle** et **Parchappe**, l'un directeur, l'autre médecin en chef de l'Asile des aliénés de la Seine-Inférieure, une *Notice statistique* sur cet établissement, pour la période comprise entre le 11 juillet 1825 et le 31 décembre 1843. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.)

Conformément au désir exprimé par les deux auteurs, cet ouvrage est renvoyé au concours pour le prix de Statistique.

CHIMIE. — *Sur une nouvelle classe de composés organiques; par* M. **Gerhardt**.

« Dans un Mémoire (*) publié en 1839, j'ai essayé de formuler, d'une manière générale et précise, les nombreux phénomènes que présentent, en chimie organique, les substitutions par les corps composés. En m'appuyant sur un grand nombre de faits, j'ai avancé que, dans les substitutions d'un corps composé à un corps simple, ce dernier n'était pas purement et simplement déplacé, mais que la réaction s'établissait toujours de telle sorte *qu'une élément* (hydrogène) *de l'un des corps s'unissait à un élément* (oxygène) *de l'autre corps pour former un produit* (eau) *qui s'éliminait, tandis que les éléments restants demeuraient en combinaison.*

» Ce principe, que je désignerai à l'avenir sous le nom de *loi des résidus*, s'applique, dans toute sa rigueur, à la formation des corps nitrogénés, des amides, des éthers, des sels, etc.; je ne connais pas un seul fait qui lui soit contraire. Des considérations sur la constitution moléculaire des corps (**) ont conduit M. Mitscherlich à renouveler en 1841, sous une autre forme, cette proposition que j'avais émise deux ans auparavant.

» La loi des résidus rendait entièrement inutile l'adoption de tous ces radicaux hypothétiques, de tous ces êtres imaginaires sur lesquels les partisans des idées électro-chimiques basaient le raisonnement dans les réactions; et, pour citer un exemple bien saillant, elle expliquait parfaitement pourquoi le chlore et par conséquent l'hydrogène pouvaient être remplacés par NH^2, l'oxygène par NH, dans les réactions déterminées par l'ammoniaque. Cette explication, simple et précise, excluait l'existence du radical amidogène et de tout autre corps hypothétique. En effet, d'après la loi des résidus, l'ammo-

---

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXII, p. 184.

(**) *Comptes rendus mensuels de l'Académie de Berlin*; février 1841.

[ammon]iaque, en qualité de corps hydrogéné, sollicitait l'oxygène ou le chlore [(]brome, iode) des matières organiques, pour former soit H^2O, soit HCl qui [s]'éliminait; le résidu des éléments de l'ammoniaque qui demeurait alors en [c]ombinaison avec le résidu des éléments de la matière organique, était NH [o]u NH^2, suivant que l'élimination avait été H^2O, ou HCl. On a effectivement, ΔO et ΔCl représentant deux matières organiques:

$$[\Delta O] + [NHH^2] = H^2O + [\Delta NH],$$
$$[\Delta Cl] + [NH^2H] = HCl + [\Delta NH^2].$$

» M. Laurent avait donc parfaitement raison quand il introduisit l'*imide* NH [d]ans la notation des formules; et même, il faut le dire, en considérant les [m]étamorphoses qui ont été étudiées, on remarque que les cas où se présente le résidu NH sont de beaucoup plus nombreux que ceux où l'on rencontre NH^2, le soi-disant amidogène; bien plus, la combinaison (l'oxamide) qui a servi à établir l'ancienne théorie des *amides* ne renferme pas cet amidogène, mais il y a le résidu NH. En effet, si l'on représente par ΔO^2 1 équivalent d'acide oxalique ($\Delta = C^2H^2O^2$), et par Am le résidu NH, on a :

Formation de l'oxamide.

$$[\Delta O^2] + 2H^2Am = 2H^2O + [\Delta Am^2].$$

Formation de l'acide oxamique.

$$[\Delta O^2] + H^2Am = H^2O + [\Delta OAm].$$

» Je ne connais que deux ou trois cas (benzamide par le chlorure de benzoïle, urétane et uréthylane par l'éther chloroxycarbonique) où le résidu soit véritablement représenté par NH^2.

» D'après cette manière de formuler, l'oxamide est donc de l'acide oxalique, dans lequel O^2 est remplacé par le résidu Am^2; de même l'acide oxamique est de l'acide oxalique, dans lequel un seul O est remplacé par le résidu Am :

Acide oxalique	$C^2H^2O^4$
Oxalates neutres ...	$C^2M^2O^4$
Oxalates acides	$C^2{}^{M}_{H}O^4$
Oxamide	$C^2H^2{}^{O^2}_{Am^2}$
Acide oxamique ...	$C^2H^2{}^{O^3}_{Am}$
Oxamates	$C^2{}^{H}_{M}{}^{O^3}_{Am}$

» Si, dans les circonstances convenables, on ramène, aux composés formés par la réunion de semblables résidus, les éléments qui avaient été éliminés lors de la réaction, on *régénère* les composés primitifs. On sait que les amides régénèrent alors l'ammoniaque et leurs acides respectifs.

» L'alcool et ses homologues se comportent comme l'ammoniaque; comme elle, ils agissent par leur hydrogène sur les corps oxygénés ou sur les corps chlorés, en donnant lieu à une élimination de H^2O ou de HCl, tandis que les éléments restants constituent des *éthers*. Les éthers neutres correspondent aux amides neutres, les acides viniques ou éthers acides aux acides amidés. On a donc aussi, E représentant le résidu $C^2H^6O - H^2$,

Éther oxalique.....	$C^2H^2 \begin{matrix} O^2 \\ E^2 \end{matrix}$
Acide oxalovinique.	$C^2H^2 \begin{matrix} O^3 \\ E \end{matrix}$
Oxalovinates......	$C^2 \begin{matrix} H \\ M \end{matrix} \begin{matrix} O^3 \\ E \end{matrix}$

» M. Dumas a même obtenu des corps renfermant à la fois le résidu de l'alcool et le résidu de l'ammoniaque; parmi ces composés, il faut surtout nommer

$$\text{L'oxaméthane. . .}\quad C^2H^2 \begin{matrix} O^2 \\ Am, \\ E \end{matrix}$$

qui est, comme on voit, l'éther oxamique (Balard) ou l'amide oxalovinique.

» Cette manière de considérer les amides et les éthers m'a conduit à la découverte d'une nouvelle classe de composés organiques dont je vais avoir l'honneur d'entretenir l'Académie. Ces composés sont formés par le résidu d'un alcali organique; je les désignerai sous le nom générique d'*anilides*. Ce sont des corps semblables aux amides, formés dans les mêmes circonstances, et régénérant, par les acides ou les alcalis minéraux concentrés, non de l'ammoniaque, mais de l'aniline. J'ai obtenu deux anilides en décomposant l'oxalate d'aniline par la chaleur.

Décomposition de l'oxalate d'aniline à une température élevée

» L'oxalate neutre d'aniline employé à ces expériences a été préparé, d'après le procédé de M. Hofmann, en mélangeant l'aniline avec une solu-

tion d'acide oxalique dans l'alcool; le sel a été lavé avec de l'alcool, et desséché au bain-marie.

» Quand on chauffe ce sel au bain de sable, il commence déjà à se décomposer à quelques degrés au-dessus de 100 degrés; il fond et entre en ébullition en dégageant de l'eau, de l'acide carbonique et de l'aniline; ce n'est que dans les dernières portions de gaz, quand la chaleur est portée à 160 ou 180 degrés, qu'on reconnaît la présence d'un peu d'oxyde de carbone. On n'a pas besoin de chauffer plus fort; quand le dégagement de gaz a cessé, on a un résidu liquide, parfaitement limpide, et plus ou moins coloré en rouge, suivant la pureté du sel employé (on sait que les sels d'aniline prennent tous à l'air une teinte rouge). Dès qu'on le retire du bain, il se concrète en une masse butyreuse, chargée de beaux cristaux; ce résidu est un mélange de deux corps nouveaux, l'*oxanilide* et la *formanilide*, que je vais décrire.

Oxanilide.

» Pour isoler cette substance, on épuise à froid, avec de l'alcool, le résidu de l'action de la chaleur sur l'oxalate d'aniline. L'alcool se charge de toute la formanilide et laisse l'oxanilide à l'état de paillettes nacrées, parfaitement blanches, si l'on a opéré avec un sel pur, et qui ressemblent à de l'acide borique.

» L'oxanilide, ainsi obtenue, fond à 245 degrés, et se prend, par le refroidissement, en une masse radiée; elle entre en ébullition à 320 degrés, et distille en plus grande partie, sans altération; elle se sublime déjà à une température inférieure, en donnant de fort belles paillettes irisées; sa vapeur est âcre comme celle de l'acide benzoïque.

» Elle est insoluble dans l'eau, même bouillante. L'alcool ne la dissout pas non plus à froid; bouillant, il en dissout une petite quantité qui se dépose, par le refroidissement, en paillettes micacées. Elle est insoluble dans l'éther.

» Les acides et les alcalis, étendus et bouillants, ne l'attaquent pas; mais la potasse concentrée et bouillante en développe de l'aniline, et se convertit en oxalate; la décomposition est surtout prompte, si l'on emploie de la potasse en fusion. L'aniline se développe alors à l'état d'une huile incolore qui présente les réactions si caractéristiques avec l'acide chromique et le chlorure de chaux.

» Plusieurs analyses faites sur des produits de préparation différente m'ont conduit exactement à la formule

$$C^{24}H^{12}N^{2}O^{2},$$

qui équivaut évidemment à

$$[C^2H^2O^4, \quad 2C^6H^7N] - 2H^2O.$$

C'est donc de l'acide oxalique dans lequel 2O ont été enlevés par $2H^2$, et remplacés par le résidu $2(C^6H^7N - H^2) = An^2$:

$$\text{Oxanilide.} \quad . \quad . \quad C^2H^2 \begin{matrix} O^2 \\ An^2 \end{matrix}.$$

Au surplus, j'ai constaté que, si l'on chauffe l'oxamide avec de l'acide sulfurique concentré, il se développe, sans que la matière noircisse, un mélange de volumes égaux d'oxyde de carbone et d'acide carbonique. Si l'on ajoute une petite quantité d'eau au résidu, il se prend en une masse blanche et cristalline, entièrement soluble dans une plus grande quantité d'eau; cette matière prend, par l'acide chromique, une teinte rouge foncé, comme celle des sulfocyanures par les persels de fer, et ne paraît être autre chose que la *sulfanilide;* car,

$$C^2H^2 \begin{matrix} O^2 \\ An^2 \end{matrix} + SH^2O^4 = H^2O + CO + CO^2 + SH^2 \begin{matrix} O^2 \\ An^2 \end{matrix}.$$

» Je ne l'affirmerai cependant pas positivement. Quoi qu'il en soit, les réactions précédentes prouvent, d'accord avec l'analyse, que mon nouveau produit est un homologue de l'oxamide, renfermant le résidu de l'aniline à la place du résidu de l'ammoniaque.

Formanilide.

» Nous avons vu tout à l'heure que la formation de l'oxanilide est accompagnée de celle d'un autre corps qui se dissout dans l'alcool. On chauffe la solution pour en chasser la plus grande partie du véhicule, et on fait bouillir avec de l'eau; de cette manière, la petite quantité de matière brune ou rouge, qui a pu se former par l'altération du sel d'aniline à l'air, se sépare à l'état insoluble, et l'on a en dissolution de la formanilide parfaitement pure. Si l'on évapore davantage la solution aqueuse, la formanilide se sépare peu à peu à l'état de gouttelettes huileuses et incolores qui se réunissent au fond du vase; ce produit conserve l'état liquide, même après le refroidissement; aussi ne faut-il pas pousser l'évaporation jusqu'au point où les gouttelettes huileuses commencent à se séparer. Il vaut mieux abandonner la solution saturée à l'évaporation spontanée.

» La formanilide se dépose alors peu à peu en prismes rectangulaires

très-aplatis et terminés en pointe comme des fers de lance; ces cristaux sont ordinairement très-longs et enchevêtrés; j'en ai eu deux ou trois fois qui avaient plus de 3 centimètres de long et qui étaient parfaitement déterminés. Leur ressemblance avec les cristaux de l'urée est si grande, que je les prenais pour l'urée anilique (la carbanilide), avant que l'analyse m'en eût fait saisir la véritable nature.

» Ce corps est assez soluble dans l'eau, surtout à chaud, mieux encore dans l'alcool; la solution aqueuse a une saveur légèrement amère et n'agit pas sur les papiers réactifs. A l'état sec, il fond à 46 degrés; la matière fondue peut être refroidie bien au-dessous de cette température avant de se concréter, mais il suffit alors de l'agiter avec une baguette pour que la solidification se fasse immédiatement. Dans l'eau il fond encore plus aisément, et, chose singulière, il reste alors liquide, même pendant plusieurs jours. Au bain-marie, il émet déjà des vapeurs.

» A froid, les acides et les alcalis étendus n'agissent pas sur ce corps; cependant la décomposition se fait à la longue, et encore plus promptement si l'on fait bouillir. Ainsi, par exemple, l'acide chromique étendu ne le colore pas, le mélange ne verdit qu'au bout d'un temps assez long; mais si l'on a fait bouillir préalablement la formanilide, pendant quelques secondes seulement, avec de l'acide sulfurique, l'acide chromique y détermine immédiatement la réaction caractéristique de l'aniline.

» A froid, la potasse étendue ne l'altère pas; mais quelques secondes d'ébullition avec cet agent suffisent pour mettre de l'aniline en liberté. De même, l'acide sulfurique étendu n'y agit pas à froid; quand on chauffe, il se développe l'odeur caractéristique de l'acide formique; et, si l'on condense les vapeurs, on trouve que le liquide acide réduit le nitrate d'argent.

» Enfin, je me suis assuré aussi que la formanilide, chauffée avec de l'acide sulfurique concentré, développe de l'oxyde de carbone pur, sans noircir, tandis que le résidu renferme le même corps fourni, dans ces circonstances, par l'oxanilide, et que je considère provisoirement comme la sulfanilide.

» L'analyse directe est venue corroborer les résultats précédents, en me donnant les rapports suivants :

$$C^7H^7NO,$$

qui font de la formanilide un isomère de la benzamide, mais qui correspondent à

$$[CH^2O^2,\ C^6H^7N]-H^2O,$$

c'est-à-dire à de l'acide formique dans lequel O est remplacé par le résidu $(C^6H^7N - H^2) = An$:

$$\text{Formanilide}\ldots CH^2 \begin{matrix} O \\ An \end{matrix}.$$

Interprétation de la réaction.

» La formation de la formanilide qui accompagne celle de l'oxanilide ne doit pas nous surprendre, puisque l'acide oxalique donne lui-même de l'acide formique quand on le soumet à la distillation sèche. Mais voyons si les autres produits de la réaction permettent de l'exprimer par une équation simple.

» J'ai dit qu'outre l'oxanilide et la formanilide, on recueillait de l'acide carbonique, de l'eau, de l'aniline, et vers la fin de l'opération, de l'oxyde de carbone.

» L'oxalate neutre d'aniline est

$$[C^2H^2O^4,\ 2C^6H^7N] = C^{14}H^{16}N^2O^4.$$

On a donc

$$C^{14}H^{16}N^2O^4 = 2H^2O + \underbrace{C^{14}H^{12}N^2O^2}_{\text{Oxanilide.}}$$

$$= H^2O + CO^2 + \underbrace{C^6H^7N}_{\text{Aniline.}} + C^7H^7NO$$

$$\underbrace{C^7H^7NO}_{\text{Formanilide.}} = CO + \underbrace{C^6H^7N}_{\text{Aniline.}}.$$

Benzanilide.

» J'ai fait remarquer plus haut que, dans les cas où l'ammoniaque attaque des corps chlorés, il se produit des amides dans lesquelles le résidu $(NH^3 - H)$ remplace Cl; en désignant ce résidu par Am′, on a

$$\text{Benzamide}\ldots\ldots\ldots\ C^7 \begin{matrix} H^5 \\ Am' \end{matrix}, O$$

$$\text{Chlorure de benzoïle}\ldots\ C^7 \begin{matrix} H^5 \\ Cl \end{matrix}\ O$$

Or, le résidu Am′ équivaut à AmH, et comme Am remplace lui-même O, il est évident que la benzamide pourrait aussi se formuler avec les corps suivants :

$$\text{Acide benzoïque}\ldots\ldots\ldots\ C^7H^6\ O^2$$

$$\text{Éther benzoïque}\ldots\ldots\ldots\ C^7H^6 \begin{matrix} O \\ E \end{matrix}$$

$$\text{Benzamide}\ldots\ldots\ldots\ldots\ C^7H^6 \begin{matrix} O \\ Am \end{matrix}$$

» On sait, en effet, que la benzamide s'obtient non-seulement avec l'ammoniaque et le chlorure de benzoïle, mais encore avec l'éther benzoïque et l'ammoniaque (Deville).

» J'ai préparé l'homologue de la benzamide dans la série anilique, à l'aide du chlorure de benzoïle et de l'aniline. Dès que ces deux corps, préalablement desséchés, arrivent en présence, ils se combinent en s'échauffant; la masse rougit et se prend en une masse cristalline. On la lave d'abord avec de l'eau bouillante qui extrait le chlorhydrate d'aniline, puis avec de l'eau légèrement alcalisée, afin d'extraire les dernières traces de l'acide benzoïque qui auraient pu se trouver dans le chlorure de benzoïle, et finalement, on fait cristalliser dans l'alcool.

» La benzanilide s'obtient ainsi, par l'évaporation spontanée, en paillettes nacrées insolubles dans l'eau. Les acides et les alcalis étendus et bouillants ne l'attaquent pas; mais la potasse fondante en développe de l'aniline et se convertit en benzoate. D'ailleurs, l'analyse a conduit à la formule

$$C^{13}H^{11}NO,$$

qui est évidemment

$$C^7(H^5Cl)O + C^6H^7N - HCl,$$

c'est-à-dire

$$C^7 \begin{matrix} H^5 \\ An' \end{matrix} O \quad \text{ou bien} \quad C^7H^6 \begin{matrix} O \\ An \end{matrix}.$$

» Les résultats que je viens d'exposer ouvrent une voie nouvelle aux investigations de chimie organique, et renferment les preuves les plus directes en faveur de la loi des résidus, par laquelle j'ai formulé les phénomènes si variés et si fréquents que présentent les substitutions par les composés. Je ne me bornerai pas à ces preuves; dans un prochain Mémoire j'espère en donner de nouvelles. »

ORGANOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'accroissement de la tige des palmiers, et sur la décurrence des feuilles.* (Extrait d'une Lettre de M. **Martius** à M. *Flourens*.)

« Permettez-moi de vous présenter quelques feuilles du *Bulletin* de notre Académie, dans lesquelles j'ai déposé les résultats de mes recherches sur l'accroissement de la tige des Palmiers et sur la décurrence des fibres. On pourra réduire ces résultats aux points suivants:

» 1°. La tige des Palmiers ne contient plus de fibres que celles qui sont destinées à rentrer tôt ou tard dans les feuilles.

» 2°. Les fibres naissent sur la cime de la tige, *in nucleo gemmæ, vel in phyllophoro Mirbelii,* entre le parenchyme nouveau et plastique qu'y forme une couche particulière conique, couvrant, en entonnoir, les parties plus âgées. Elles naissent toujours extérieurement par rapport aux autres, qui sont déjà formées, et un peu plus haut.

» 3°. Les points de naissance des fibres sont prédisposés organiquement; on trouve, dans ces points, les fibres couchées obliquement, et convergeant par leurs bouts supérieurs. Elles s'allongent des deux bouts, c'est-à-dire qu'*elles croissent de bas en haut et de haut en bas.*

» 4°. L'extrémité supérieure de ces fibres est dirigée vers la base d'une jeune feuille; celle-ci naît sous la forme d'un repli (*plica, crista*) celluleux dans le centre du bourgeon, et elle est conduite vers la périphérie en s'agrandissant.

» 5°. L'extrémité inférieure se prolonge obliquement en bas, et aboutit, sous la forme d'un filet extrêmement mince et exclusivement parenchymateux, dans une couche périphérique. Cette couche est totalement différente du liber des Dicotylédones, par rapport à l'histoire de son développement; on peut pourtant la comparer à ce système organique par rapport à ses éléments constituants.

» 6°. Le point où l'extrémité supérieure du filet entre dans la feuille se trouve, ou sur le même côté de la tige par lequel il fait sa décurrence, ou sur le côté diamétralement opposé. Dans ce second cas, la fibre passe par toute la tige.

» 7°. Il y a nécessairement des décussations pour chaque filet. Les uns traversent les autres dans la partie centrale de la tige, les autres en se courbant brusquement pour entrer dans une feuille sur le côté même de leur naissance.

» 8°. L'accroissement s'opère dans une solidarité organique entre la formation des organes élémentaires et les lois de la position des feuilles. C'est surtout cette *position* et la *succession* des systèmes de la phyllotaxis (lesquelles s'augmentent généralement par des complications spécifiques dans chaque espèce de Palmiers), que nous devons envisager comme les conditions des modifications dans la décurrence des fibres et la formation du bois (1).

» 9°. La partie la plus ancienne des filets ne se trouve pas à leur extrémité,

---

(1) J'ai démontré comment les quatre formes de la tige des Palmiers, définies par M. Mohl, doivent leur organisation différente à la condition de la phyllotaxis, au nombre, à la longueur des interrodes, etc.

ni supérieure ni inférieure; ils ont leur développement le plus complet dans la partie moyenne de leur décurrence. En bas, ils consistent seulement en cellules parenchymateuses; à leur extrémité supérieure, ils se divisent en plusieurs vaisseaux plus fins qui entrent dans les feuilles.

» 10°. L'extrémité inférieure ne va pas jusqu'aux racines; elle ne dépasse pas le collet, où il y a la séparation organique du *descensus* et de l'*ascensus*.

» 11°. La tige devient plus ligneuse et plus dure au moyen de l'accroissement des fibres qui montent et qui font leurs décussations, et également le parenchyme entre les fibres devient plus épais et plus dur. Le durcissement s'opère en raison directe de l'âge de l'arbre; et comme les éléments organiques formés les premiers et homologues se trouvent groupés à la périphérie, la tige est plus dure à sa périphérie.

» 12°. La loi de cet accroissement est déjà prédestinée par la formation de l'embryon. Celui-ci développe aussitôt, quand il sort de la graine, un réseau de cellules parenchymateuses sous sa périphérie, dans lequel se forment les premiers vaisseaux.

» Vous voyez que ces résultats ne se trouvent pas en contradiction avec les idées émises par MM. de Mirbel et Mohl; pourtant ils en diffèrent en quelques points moins essentiels. M. Mohl ne parle pas dans son Mémoire (*de Structura palmarum in Mart. Palm. brasil.*) du passage des filets d'un côté de la tige à l'autre; il n'a pas non plus déclaré explicitement que les filets croissent en deux sens, *sursum* et *deorsum*. Quant aux idées de votre illustre confrère M. de Mirbel, je puis fort bien m'accommoder de tout ce qu'il a émis sur l'agencement des fibres; mais je ne suis pas de son avis par rapport au premier degré du développement de la feuille, vu qu'au commencement elle ne me paraît pas avoir la forme d'un capuchon, mais plutôt celle d'une petite crête (*crista* ou *plica*) dirigée verticalement.

» Mes observations ont été faites surtout sur la *Chamædorea elatior,* dont les souches souterraines se ramifient, et offrent dans leur bourgeons toutes les conditions pour examiner l'origine tant des organes élémentaires que des feuilles, rameaux et régimes. Ces observations m'ont aussi donné la conviction que la feuille bicarénée, qui commence souvent la formation des feuilles dans les branches des Monocotylédones, et qui se répète dans la morphose des spatelles des Graminées, n'est pas formée par la coalescence de deux feuilles. Elle n'est qu'une feuille solitaire, pourvue d'une lame extrêmement mince et qui disparaît bientôt. Vous savez que la nature de ces feuilles a été discutée longtemps par MM. Turpin et Rob. Brown, et, dernièrement, par M. Röper, dont les résultats s'accordent avec les miens. »

ZOOLOGIE. — *Sur une invasion de Criquets voyageurs.* (Extrait d'une Lettre de M. **Levaillant**, chef de bataillon commandant la place de Philippeville, à l'administration du Muséum d'Histoire naturelle.)

« .... Je tiens à la disposition du Muséum une certaine quantité de criquets voyageurs vivants, qui ont fondu sur une partie de la province. Leur nombre était prodigieux, et c'est à 3 ou 4 myriamètres qu'on évalue l'étendue de la colonne, et, dans quelques endroits, il y en avait 3 décimètres de haut. J'en reçois de plusieurs lieux qui sont les mêmes, et appartiennent à la même colonne erratique dont la plus grande partie, venant du sud, s'est abattue à El-Arrouch; beaucoup de la même espèce sont arrivés jusqu'à 32 kilomètres. J'aurais immédiatement l'honneur de les adresser au Muséum si je n'étais persuadé que la température de nos contrées ne dût les tuer à cette époque. L'arrivée a eu lieu le 18 mars, et le défilé a duré, à ce qu'on m'assure, plus de deux heures. La température, extraordinaire pour cette époque, était de 27 degrés à cinq heures du soir, le soleil étant caché derrière les montagnes. Ces insectes sont arrivés, comme toujours, avec l'abdomen très-réduit, et, comme ils sont très-affamés, ils dévorent rapidement toute la végétation, avec un bruit qui ressemble à la pluie.

» D'après de nouveaux renseignements, les sauterelles sont passées à Biskra le 6, et arrivées à El-Dis le 17; de là elles sont retournées vers le sud, où l'abaissement subit de la température les a fixées; depuis trente ans elles ne s'étaient pas montrées dans cette contrée.

» Cette espèce, *Acridium migratorium*, a 7 et 8 centimètres, est roux-vineux, les palpes blanches; les ailes, très-longues, sont diaprées de taches noires; le corselet, à trois plis en travers près de la tête, présente la forme d'un camail près des ailes; cette dernière partie a une petite carène longitudinale. »

M. **Fauché** écrit à l'occasion du Rapport fait récemment à l'Académie sur un *bras artificiel présenté* par M. *Van Peterssen*, et rappelle qu'un de ses parents, M. *Laurent*, avait, dans le siècle dernier, exécuté un appareil qui, sous le rapport de la perfection, pouvait être comparé à celui qui a été soumis au jugement de l'Académie. M. Laurent donna ce bras à un invalide qui put s'en servir pour écrire, en présence de Louis XV, son brevet de pension. « Le fait, ajoute l'auteur de la Lettre, est rapporté dans le *Dictionnaire des grands hommes*, où M. Laurent est, de plus, signalé comme ayant découvert les mines d'Anzin et commencé le canal de Saint-Quentin. »

M. **Rivière** présente, pour prendre date, la première partie d'un grand travail qu'il prépare sur le métamorphisme. Dans l'introduction, l'auteur a pour objet de prouver qu'on attribue une valeur trop grande et trop positive aux fossiles dans la classification des terrains et dans l'étude générale de la terre.

M. **Pouchet**, dont le travail sur l'ovologie a obtenu au concours de 1843 le prix de Physiologie expérimentale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Steinbrenner** adresse de semblables remercîments à l'occasion de la récompense qui lui a été décernée pour son travail sur la vaccine.

M. **Stevenson** écrit de nouveau sur une question qu'il a traitée dans une communication précédente concernant la *manière dont nous recevons par la vue la sensation des corps*, et contre l'opinion suivant laquelle ce serait en vertu d'un acte de notre jugement que nous ne verrions pas les objets doubles et renversés.

M. **Passot** écrit qu'une faute, signalée par M. *Duhamel* dans les calculs qu'il avait présentés à une séance précédente, existe réellement; mais il soutient qu'elle n'affecte point le fond de la question, et persiste à demander qu'il soit fait un Rapport sur son travail.

M. **Vergnes** adresse une Note relative aux recherches de M. *Lugol* sur la nature des *affections scrofuleuses*, et sur le traitement de ces affections.

M. **Collina** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATA.

(Séance du 3 mars 1845.)

Page 532, formule (l), *au lieu de* Q'^{2}_{1}, Q''^{2}, *lisez :* Q'_{1}, Q''^{2}_{1}.

Page 541, ligne 10, deuxième membre, dernier terme, *au lieu de* B—B', *lisez :* B—B''.

Page 544, ligne 13, *au lieu de* j_m = etc., *lisez :* j'_m = etc.

(Séance du 17 mars 1845.)

Page 726, ligne dernière, *au lieu de* à de recherche, *lisez :* de la recherche.

Page 745, ligne première, au dénominateur, *au lieu de* D''^{2}, *lisez :* D'''^{4}.

Page 745, ligne 19, *au lieu de* des charges h'''_1, h'''_1, *lisez :* de la charge h'''_1.

Page 746, lignes 8 et suiv., *lisez :* Substituant dans la quatrième des équations (r'') les valeurs de h'_1, h''_1, h'''_1 en h'_0, h''_0, h'''_0 tirées des premières, on en déduira.

Page 746, ligne 20, *lisez :* Enfin si l'on combine entre elles (u'') et les trois premières des équations (r''), en y considérant les charges initiales h'_0, h''_0, ainsi que q et V_1, etc.

Page 749, lignes 19 et 31, *au lieu de* x_m, *lisez :* x'_m.

Page 750, ligne 9, *au lieu de* x_m, *lisez :* x'_m.

Page 776, lignes 19 et 20, *au lieu de* qui fassent disparaître, *lisez* qui permettent d'éliminer aisément

Page 776, ligne 21, *après le mot* poser, *ajoutez* successivement

Page 776, ligne 22, *au lieu de* $\psi' = 6' + \frac{\pi}{2}$, *lisez* $\psi' = 0$, $\psi' = \pi$.

Page 776, ligne 23, *après le mot* fournira, *ajoutez* deux équations desquelles on tirera

Page 819, ligne 10, en remontant : Des deux Mémoires annoncés dans ce paragraphe, un seul était destiné à concourir pour le prix concernant le développement de l'œuf; l'autre Mémoire, dont l'auteur est M. Bischoff, et qui a pour sujet l'*embryogénie du chien*, a été adressé au concours pour le prix de Physiologie expérimentale.

(Séance du 31 mars 1845.)

Page 928, ligne 29, *au lieu de* y, *lisez :* y_1.

Page 931, ligne 32, *ajoutez au second membre :* + 1,0822.

Page 938, ligne 20, *au lieu de* double, *lisez :* triple.

Page 939, ligne 13, *au lieu de* $\frac{1}{2}(\sqrt{7}+5)$, *lisez :* $\frac{1}{12}(\sqrt{7}+5)$.

Page 942, lignes 17 et 18, *au lieu de* 6m.q.,58 et 0,072, *lisez :* 59m.q.,90 et 0,069.

Page 945, ligne 4, *au lieu de* e'', *lisez :* i'_m; et *au lieu de* e', *lisez :* e'.

Page 947, lignes 17 et 18, *effacez :* ou triples.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 13; in-4°.

Cuvier. — Histoire de ses travaux; par M. FLOURENS; seconde édition, revue et corrigée. Paris, 1845; in-12.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT *et* REGNAULT; 3e série, tome XIII, avril 1845; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; mars 1845; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome X, n° 12; in-8°.

Pilote français. — Instructions nautiques (partie des côtes de France comprise entre les Casquets et la pointe de Barfleur; — environs de Cherbourg); rédigées par M. GIVRY, *et publiées par ordre du Roi sous le ministère de* M. le baron DE MACKAU. Paris, 1845; in-4°. (Présenté par M. Beautemps-Beaupré.)

Considérations sur la durée de la Vie humaine et les moyens de la prolonger; par M. le vicomte DE LAPASSE; in-4°.

Histoire médicale et philosophique de la Femme; par M. MENVILLE; 3 vol. in-8°.

Notice statistique sur l'Asile des aliénés de la Seine-Inférieure (maison DE SAINT-YON *de Rouen), pour la période comprise entre le* 11 *juillet* 1825 *et le* 31 *décembre* 1843; *par* MM. DEBOUTTEVILLE *et* PARCHAPPE. Rouen, 1845; in-8°. (Adressé pour le concours au prix de Statistique.)

Nouvelles expériences pour l'essai des Potasses du commerce, et appareil dit Potassimètre pour l'effectuer; par M. HENRY; ½ feuille in-8°.

Types de chaque Famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 17e livraison; in-4°.

Notes sur les mœurs de quelques Animaux; par M. LECOQ; ½ feuille in-8°.

Encyclographie médicale; tome VI; feuilles 26-31; in-8°.

Journal de Chimie médicale; avril 1845; in-8°.

Le Mémorial encyclopédique; janvier 1845; in-8°.

Le Technologiste; avril 1845; in-8°.

La Clinique vétérinaire; avril 1845; in-8°.

Bulletin du Musée de l'Industrie; publié par M. JOBARD; année 1844; 4e livraison. Bruxelles; in-4°

Recherches sur l'anatomie, la physiologie et l'embryogénie des Bryozoaires qui habitent la côte d'Ostende; par M. VAN BENEDEN; brochure in-4°.

Catalogus plantarum in horto botanico Bogoriensi cultarum alter; auctore JUSTO-CAROLO BALSKARL. Bataviæ, 1844; in-8°.

Flora Batava; 136e livraison; in-4°.

The medical Times; n° 289; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; nos 530 et 531; in-4°.

Neurologische... *Éclaircissements sur la Névrologie; par* M. le docteur REMAK. (Extrait des *Archives d'Anatomie et de Physiologie de* J. MULLER.) Brochure in-8°.

Maria Antonia... *Maria Antonia, genre nouveau de la famille des Légumineuses; par* M. F. PARLATORE; une feuille in-8°. Florence; 1844.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 14; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 38-40.

L'Écho du Monde savant; nos 24 et 25; in-4°.